COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-SEIZIÈME.

JANVIER — JUIN 1893.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1893

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1893.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Section Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (G. O. ✻).
JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) ✻.
DARBOUX (Jean-Gaston) (O. ✻).
POINCARÉ (Jules-Henri) ✻.
PICARD (Charles-Émile) ✻.
APPELL (Paul-Émile) ✻.

Section II. — *Mécanique.*

RESAL (Henry-Amé) (O. ✻).
LÉVY (Maurice) (O. ✻).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) ✻.
DEPREZ (Marcel) (O. ✻).
SARRAU (Jacques-Rose-Ferdinand-Émile) (O. ✻).
LÉAUTÉ (Henry) ✻.

Section III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (G. O. ✻).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (O. ✻).
LŒWY (Maurice) (O. ✻).
TISSERAND (François-Félix) (O. ✻).
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) ✻.
N. . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation.*

PARIS (Vice-Amiral François-Edmond) (G. C. ✻).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✻.
BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. ✻).
GRANDIDIER (Alfred) ✻.
BUSSY (Marie-Anne-Louis DE) (G. O. ✻).
N. . . . .

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis) (O. ✻).
CORNU (Marie-Alfred) ✻.
MASCART (Éleuthère-Élie-Nicolas) (C. ✻).
LIPPMANN (Gabriel) ✻.
BECQUEREL (Antoine-Henri) ✻.
POTIER (Alfred) (O. ✻).

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

FREMY (Edmond) (C. ✻).
FRIEDEL (Charles) (O. ✻).
TROOST (Louis-Joseph) (O. ✻).
SCHÜTZENBERGER (Paul) (O. ✻).
GAUTIER (Émile-Justin-Armand) .
MOISSAN (Henri) ✻.

Section VII. — *Minéralogie.*

DAUBRÉE (Gabriel-Auguste) (G. O. ✻).
PASTEUR (Louis) (G. C. ✻).
DES CLOIZEAUX (Alfred-Louis-Olivier LEGRAND) O. ✻.
FOUQUÉ (Ferdinand-André) ✻.
GAUDRY (Jean-Albert) (O. ✻).
MALLARD (François-Ernest) (O. ✻).

Section VIII. — *Botanique.*

DUCHARTRE (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✻).
NAUDIN (Charles-Victor) ✻.
TRÉCUL (Auguste-Adolphe-Lucien).
CHATIN (Gaspard-Adolphe) (O. ✻).
VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) ✻.
BORNET (Jean-Baptiste-Édouard) ✻.

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

SCHLŒSING (Jean-Jacques-Théophile) (O. ✻).
REISET (Jules) (O. ✻).
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (O. ✻).
DEHÉRAIN (Pierre-Paul) (O. ✻).
DUCLAUX (Pierre-Émile) (O. ✻).
CHAMBRELENT (Jules-François) (O. ✻).

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

BLANCHARD (Charles-Émile) (O. ✻).
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) (C. ✻).
EDWARDS (Alphonse MILNE-) (O. ✻).
SAPPEY (Phibert-Constant) (C. ✻).
RANVIER (Louis-Antoine) ✻.
PERRIER (Jean-Octave-Edmond) ✻.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

MAREY (Étienne-Jules) (O ✻).
CHARCOT (Jean-Martin) (O. ✻).
BROWN-SÉQUARD (Charles-Édouard) ✻.
BOUCHARD (Charles-Jacques) ✻.
VERNEUIL (Aristide-Auguste-Stanislas) (C. ✻).
GUYON (Jean-Casimir-Félix) (O. ✻).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

BERTRAND (Joseph-Louis-François) (C. ✻), pour les Sciences mathématiques.

BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. O. ✻), pour les Sciences physiques.

SECRÉTAIRE PERPÉTUEL HONORAIRE.

PASTEUR (Louis) (G. C. ✻).

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

LARREY (le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✻).
LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. ✻).
FAVÉ (Général Idelphonse) (G. O. ✻).
DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✻).
FREYCINET (Charles-Louis DE SAULCES DE) (O. ✻).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (O. ✻).
JONQUIÈRES (Vice-Amiral Jean-Philippe-Ernest DE FAUQUE DE) (G. O. ✻).
CAILLETET (Louis-Paul) (O. ✻).
BISCHOFFSHEIM (Raphaël-Louis) ✻.
BROUARDEL (Paul-Camille-Hippolyte) (C. ✻).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin.
TCHÉBICHEFF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg.
CANDOLLE (Alphonse DE) ✻, à Genève.
THOMSON (Sir William) (C. ✻), à Glascow.
BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✻), à Heidelberg.
HELMHOLTZ (Hermann-Louis-Ferdinand, VON), à Berlin.
VAN BENEDEN (O. ✻), à Louvain.
N. . . . .

CORRESPONDANTS.

NOTA. — Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant :

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

NEUMANN (Franz-Ernst), à Kœnigsberg.
SYLVESTER (James-Joseph), à Oxford.
WEIERSTRASS (Charles) ✻, à Berlin.
BRIOSCHI (François), à Milan.
SALMON (George), à Dublin.
SOPHUS LIE, à Leipzig.

Section II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

COLLADON (Jean-Daniel) ✻, à Genève.
BELTRAMI (Eugène), à Pavie.
SIRE (Georges-Étienne), à Besançon.
CONSIDÈRE (Armand-Gabriel), à Quimper.
AMSLER (Jacob), à Schaffhouse.
N. . . . .

Section III. — *Astronomie* (16).

HIND (John-Russell), à Londres.
CAYLEY (Arthur), à Cambridge.
STRUVE (Otto-Wilhelm) (C. ✻), à Pulkowa.
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
HUGGINS (William), à Londres.
NEWCOMB (Simon), à Washington.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard), ✻, à Marseille.
HALL (Asaph), à Washington.
GYLDÉN (Jean-Auguste-Hugo) ✻, à Stockholm.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginius), à Milan.
GOULD (Benjamin-Apthorp), à Cambridge (États-Unis).
WOLF (Rudolf), à Zurich.
LANGLEY (Samuel), à Washington.
AUWERS (Arthur), à Berlin.
RAYET (Georges-Antoine-Pons), à Floirac.
PERROTIN (Henri-Joseph-Anastase), à Nice.

Section IV. — *Géographie et Navigation* (8).

RICHARDS (le Vice-Amiral George-Henry), à Londres.
DAVID (Abbé Armand), missionnaire en Chine.
NORDENSKIÖLD (Nils-Adolf-Erik Baron) (C. ✻), à Stockholm.
TEFFÉ (le baron DE), à Rio-de-Janeiro.
SERPA PINTO (Alexandre-Albert DA ROCHA DE), à Lisbonne.
GRIMALDI (Albert-Honoré-Charles) (C. ✻), prince souverain de Monaco, à Monaco.
MANEN (Eugène-Hippolyte-Léopold-Marie), à Fleury (Seine-et-Oise), et à Paris.
TILLO (Alexis DE), à Saint-Pétersbourg.

Section V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

HELMHOLTZ (Hermann-Louis-Ferdinand) (C. ✻), à Berlin.
STOKES (George-Gabriel), à Cambridge.
CROVA (André-Prosper-Paul) ✻, à Montpellier.
RAYLEIGH (John-William, Baron), à Essex.
AMAGAT (Émile-Hilaire), à Lyon.
RAOULT (François-Marie) ✻, à Grenoble.
N.. . . . .
N.. . . . .
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie* (9).

HOFMANN (Auguste-Wilhelm), à Berlin.
MARIGNAC (Jean-Charles GALISSARD DE), à Genève.
FRANKLAND (Edward à Londres.
WILLIAMSON (Alexander-William), à Londres.
LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ✻, à Cognac.
REBOUL (Pierre-Edmond) ✻, à Marseille.
BAEYER (Adolf DE), à Munich.
HALLER (Albin), à Nancy.
N. . . . .

Section VII. — *Minéralogie* (8).

KOKSCHAROW (Général Nicolas DE), à Saint-Pétersbourg.
HALL (James), à Albany.
PRESTWICH (Joseph), à Shorcand, near Sevenaoks, Kent.
GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ✻, à Lille.
SCACCHI (Arcangelo), à Naples.
SUESS (Édouard), à Vienne.
POMEL (Nicolas-Auguste) ✻, à Alger.
GEIKIE (Archibald), à Londres.

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

HOOKER (Sir Jos. Dalton), à Kew.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin.
SAPORTA (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Marquis DE) ✻, à Aix.
CLOS (Dominique), à Toulouse.
SIRODOT (Simon) ✻, à Rennes.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
AGARDH (Jacob-Georg), à Lund.
MILLARDET (Alexis) ✻, à Bordeaux.
MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.
TREUB (Melchior), à Buitenzorg, près Batavia (Java).

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
LAWES (John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
GASPARIN (Paul-Joseph DE) ✻, à Orange.
DEMONTZEY (Gabriel-Louis-Prosper) (O. ✻), à Aix.
GILBERT (Joseph-Henry), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
LECHARTIER (Georges-Vital), à Rennes.
MENABREA (le comte Louis-Frédéric) (C. ✻), à Rome.
HOUZEAU (Auguste) ✻, à Rouen.
ARLOING (Saturnin) ✻, à Lyon.
HELLRIEGEL, à Bernburg (Allemagne).

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

BENEDEN (Pierre-Joseph VAN) (O. ✻), à Louvain.
LOVÉN (Svenon-Louis), à Stockholm.
STEENSTRUP (Johannes-Japetus-Smith), à Copenhague.
DANA (James-Dwight), à New-Haven (Connecticut).
HUXLEY (Thomas-Henry), à Hodeslea, Eastbourne (England).
VOGT (Carl) ✻, à Genève.
AGASSIZ (Alexandre), à Cambridge (États-Unis).
FABRE (Jean-Henri) ✻, à Sérignan (Vaucluse).
COTTEAU (Gustave-Honoré) ✻, à Auxerre.
MARION (Antoine-Fortuné) ✻, à Marseille.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

VIRCHOW (Rudolph), à Berlin.
OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. ☼), à Lyon.
THOLOZAN (Joseph-Désiré) (O. ☼), à Téhéran.
HANNOVER (Adolphe), à Copenhague.
PAGET (Sir James), à Londres.
LÉPINE (Jacques-Raphaël) ☼, à Lyon.
N. . . . .
N. . . . .

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

FREMY.

FIZEAU.

Et les Membres composant le Bureau.

Changements survenus dans le cours de l'année 1892.

(*Voir* à la page 14 de ce Volume.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 JANVIER 1893.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, qui doit être pris, cette année, dans l'une des Sections de Sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. Lœwy obtient. . . . . 45 suffrages.

Il y a un bulletin blanc.

M. Lœwy, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1893.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres, qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1893, et qui doivent être pris, l'un dans les Sections de Sciences mathématiques, l'autre dans les Sections de Sciences physiques.

MM. **Fizeau** et **Fremy** réunissent la majorité absolue des suffrages et sont élus Membres de la Commission.

M. **d'Abbadie**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1892.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1893.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CXII (1er semestre 1891) et le Tome CXIII (2e semestre 1891) ont paru avec leurs Tables.

Les numéros de l'année 1892 ont été mis en distribution avec la régularité habituelle.

Mémoires présentés par divers savants. — Un Mémoire de MM. de Lacaze-Duthiers et Delage, intitulé : « Études sur les Ascidies des côtes de France. Faune de Cynthadiées de Roscoff et des côtes de Bretagne » (t. XLV).

Un Mémoire de M. E. Vicaire « Sur les propriétés communes à toutes les courbes qui remplissent une certaine condition de minimum ou de maximum » (*Savants étrangers,* t. XXXI, n° 5).

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1892.

Membres décédés.

Section de Géométrie : M. **Bonnet**, décédé le 22 juin.
Section d'Astronomie : M. **Mouchez**, décédé le 25 juin.

Section de Géographie et de Navigation : M. **Jurien de la Gravière**, décédé le 5 mars.

Section d'Anatomie et de Zoologie : M. **de Quatrefages de Bréau**, décédé le 12 janvier.

Académiciens libres. — M. **Léon Chrétien-Lalanne**, décédé le 12 mars.

Membres élus.

Section de Géométrie : M. **Appell**, le 7 novembre, en remplacement de M. Bonnet, décédé.

Section d'Anatomie et de Zoologie : M. **Perrier**, le 12 décembre, en remplacement de M. de Quatrefages de Bréau, décédé.

Section de Médecine et de Chirurgie : M. **Guyon**, le 16 mai, en remplacement de M. Richet, décédé.

Académiciens libres. — M. **Brouardel**, en remplacement de M. Léon Chrétien-Lalanne, décédé.

Membres à remplacer.

Section d'Astronomie : M. **Mouchez**, décédé le 25 juin.

Section de Géographie et de Navigation : M. **Jurien de la Gravière**, décédé le 5 mars.

Changements survenus parmi les Associés étrangers depuis le 1er janvier 1892.

Membres décédés.

M. **Airy** (Sir George Biddell), décédé au mois de janvier.

M. **Owen** (Richard), décédé au mois de décembre.

Membres élus.

M. **Helmholtz**, à Berlin, le 13 juin, en remplacement de dom Pedro d'Alcantara, décédé.

M. **Van Beneden**, à Louvain, le 18 juillet, en remplacement de M. Airy, décédé.

Membre à remplacer.

M. **Owen** (Richard), décédé au mois de décembre.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1892.

Correspondants décédés.

Section de Mécanique : M. **Gilbert**, à Louvain, décédé le 4 février; M. le marquis de **Caligny**, à Versailles, décédé le   mars.

Section d'Astronomie : M. **Adams**, à Cambridge, décédé le 21 janvier.

Section de Physique générale : M. **Abria**, à Bordeaux, décédé le 4 avril.

Correspondants élus.

Section de Géométrie : M. **Sophus Lie**, à Leipzig, le 7 juin, en remplacement de M. Kronecker, décédé.

Section de Mécanique : M. **Considère**, à Quimper, le 1er février, en remplacement de M. Boileau, décédé; M. **Amsler**, à Schafhouse, le 30 mars, en remplacement de M. Gilbert, décédé.

Section d'Astronomie : M. **Auwers**, à Berlin, le 27 juin, en remplacement de M. Oppolzer, décédé; M. **Rayet**, à Bordeaux, le 4 juillet, en remplacement de M. Warren de la Rue, décédé; M. **Perrotin**, à Nice, le 11 juillet, en remplacement de M. Adams, décédé.

Section de Géographie et de Navigation : M. **de Tillo**, à Saint-Pétersbourg, le 15 février, en remplacement de M. Ibañez de Ibero, décédé; M. **Manen**, à Fleury (Seine-et-Oise), le 8 février, en remplacement de M. Ledieu, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section de Mécanique : M. le marquis **de Caligny**, à Versailles, décédé le   mars.

Section de Chimie : M. **Stas**, à Bruxelles, décédé le 13 décembre 1891; M. **Abria**, à Bordeaux, décédé le 4 avril; M. **Helmholtz**, à Berlin, élu Associé étranger, le 13 juin.

Section de Médecine et de Chirurgie : M. **Donders**, à Utrecht, décédé le 4 mars 1889; M. **Palasciano**, à Naples, décédé le 28 novembre 1891.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle a faite dans la personne de Sir *Richard Owen*, son Associé étranger, décédé à Surrey (Angleterre) au mois de décembre 1892.

M. **Em. Blanchard** donne un aperçu touchant l'œuvre et la carrière de Sir *Richard Owen*, l'illustre zoologiste de l'Angleterre nommé Associé étranger de l'Académie en 1859.

CORRESPONDANCE.

M. **Faye** présente à l'Académie l' « Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'année 1893 » et s'exprime ainsi :

» Cet Annuaire présente certaines particularités importantes. D'abord un ensemble de Tables de mortalité, d'après les documents communiqués par M. Guieysse, Président de la Société des Actuaires français, qui comprend, outre les Tables anciennes de Deparcieux et de Duvillard, les Tables employées par les principales Compagnies d'Assurances anglaises, allemandes, américaines et françaises; on y a ajouté la Table de mortalité en France, déduite des neuf derniers recensements quinquennaux.

» Le Tableau des éléments magnétiques de la France a été étendu par M. Moureaux à tous les chefs-lieux d'arrondissements.

» La Table de comparaison des thermomètres Fahrenheit et centigrade a été étendue. Elle embrasse actuellement les températures depuis — 40 jusqu'à + 100 du thermomètre centigrade.

» La Table des températures élevées, d'après Pouillet, a été étendue de quelques températures de fusion et d'ébullition pouvant servir de repères dans la graduation des pyromètres.

» M. Cornu a donné une Note sur l'équivalent mécanique de la chaleur et sur l'application du théorème de Carnot-Clausius aux machines à feu et aux machines frigorifiques.

» Le volume se termine par les Notices suivantes :

» *Sur l'observatoire du Mont-Blanc,* par M. J. Janssen;

» *Sur la corrélation des phénomènes d'électricité statique et dynamique et la définition des unités électriques,* par M. A. Cornu;

» *Discours sur l'Aéronautique, prononcé au Congrès des Sociétés savantes,* par M. J. Janssen;

» *Discours prononcé aux funérailles de M. Ossian Bonnet,* par M. F. Tisserand; *Discours prononcés aux funérailles de l'Amiral Mouchez,* par MM. Faye, Bouquet de la Grye et Lœwy; *Discours prononcé* par M. J. Janssen, *au nom du Bureau des Longitudes, à l'inauguration de la statue du Général Perrier, à Valleraugue (Gard).* »

M. **Darboux**, en présentant à l'Académie le tome I de l'édition nouvelle de « Diophante », publiée par M. *Paul Tannery*, s'exprime en ces termes :

« Le texte grec du mathématicien Diophante n'avait été jusqu'à présent connu que par l'édition de Bachet de Méziriac (1621), faite sur des manuscrits copiés au XVIe siècle.

» Après de longues recherches, M. Paul Tannery a reconnu que les manuscrits actuels dérivent de deux originaux, d'ailleurs très voisins l'un de l'autre, et dont le plus ancien, et aussi le meilleur, est actuellement à Madrid. C'est ce dernier manuscrit que M. Tannery a pris comme base pour sa nouvelle édition, dont le texte a été établi d'après les règles de la critique moderne.

» Ce texte est accompagné d'une traduction latine dans laquelle M. Tannery, tout en cherchant à conserver la plus grande fidélité possible pour le sens, a adopté les notations algébriques modernes et les locutions techniques actuellement employées.

» Un second volume contiendra, avec des commentaires grecs anciens, dont l'intérêt est surtout historique, un Index et des Notes destinés à rendre l'usage de la nouvelle édition aussi facile que possible aux mathématiciens qui n'ont pas l'habitude des textes grecs. »

MM. **Mouchot** et **E. Rivière** adressent des remerciements pour les récompenses accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks* (19 *nov.* 1892), *faites à l'équatorial coudé de l'observatoire de Lyon*, par M. G. **Le Cadet**, présentées par M. Tisserand.

Comparaisons et positions de la comète.

Dates 1892.	Temps moyen de Paris.	Comète — Étoile. Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α app.	Log. fact. parall.	δ app.	Log. fact. parall.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Déc. 28.	17.58. 6	+3.25,30	−2.13,6	8:8	15.34. 4,12	$9,701_n$	+55.37. 0,5	$9,192_n$	1
29.	16.58.29	+0.34,28	+4. 7,0	4:4	15.49.40,06	$9,829_n$	+57.31.35,7	9,940	2
29.	17.40.45	+1. 4,85	+7.35,6	4:4	15.50.10,63	$9,776_n$	+57.35. 4,3	8,886	4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1892.	★	Gr.	α moy. 1892,0.	Réduction au jour.	δ moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
			h m s	s	° ′ ″	″	
Déc. 28.....	1	8,5	15.30.38,89	−0,07	+55.39.42,1	−28,0	Helsingfors, Z. 86-87
29.....	2	7,5	15.49. 6,23	−0,45	+57.27.55,4	−26,7	Helsingfors, Z. 93-94

» *Remarques*. — L'observation du 28 a été faite par passages au moyen du micromètre à fils fins brillants; celle du 29, au moyen du micromètre à gros fils sur fond sombre.

» La comète se présente comme une nébulosité brillante, ronde, de 2′ de diamètre, avec condensation centrale : l'intensité est régulièrement décroissante du centre aux bords très diffus. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une méthode nouvelle d'approximation*. Note de M. E. **Jablonski**, présentée par M. C. Jordan.

« 1. Cette méthode très générale et d'une application facile repose sur le théorème suivant :

» Théorème. — *Si une fonction $f(z)$ admet un zéro ou un pôle a de module moindre que tous les autres et reste holomorphe dans l'intérieur d'un cercle ayant pour centre l'origine et pour rayon le module de a, la dérivée logarithmique $\frac{f'(z)}{f(z)}$ est développable en série convergente $\sum A_n z^n$ dans l'intérieur*

de ce cercle et l'on a toujours

$$\lim \frac{A_n}{A_{n+1}} = a$$

lorsque n croît indéfiniment, quel que soit l'ordre du zéro ou du pôle a, pourvu qu'il soit fini.

» On a, en effet,

$$f(z) \equiv (z-a)^p \varphi(z).$$

$\varphi(z)$ restant holomorphe pour $z = a$, on en déduit

$$\frac{f'(z)}{f(z)} = \frac{p}{z-a} + \frac{\varphi'(z)}{\varphi(z)},$$

or

$$\frac{p}{z-a} = -p \sum \frac{z^n}{a^{n+1}}, \qquad \frac{\varphi'(z)}{\varphi(z)} = \sum B_n z^n.$$

» Dans l'intérieur du cercle, ces séries sont convergentes et la dernière l'est encore pour $z = a$. On en conclut

$$A_n = -\frac{p}{a^{n+1}} + B_n,$$

donc

$$\frac{A_n}{A_{n+1}} = a \frac{-\frac{p}{a} a^n B_n}{-\frac{p}{a} a^{n+1} B_{n+1}};$$

mais la série $\sum a^n B_n$ étant convergente, $a^n B_n$ tend vers zéro, donc

$$\lim \frac{A_n}{A_{n+1}} = a,$$

on a, plus généralement,

$$\lim \frac{A_n}{A_{n+q}} = a^q,$$

q étant un entier positif ou négatif.

» 2. Je n'ai pour objet, dans cette courte Note, que de fixer le principe de la méthode que j'espère développer dans un travail ultérieur. On conçoit sans peine comment par une substitution $z = z_1 + z'$, en choisissant convenablement z_1, on peut placer l'origine dans le plan plus près d'un pôle ou d'un zéro de $f(z)$ que de tout autre et les calculer ainsi successivement avec une approximation indéfinie. J'aurai à préciser le sens et le degré d'approximation pour chaque valeur de n.

» Je me borne ici à indiquer quelques applications. D'abord le calcul approché des racines réelles ou imaginaires d'une équation algébrique ou transcendante, puis le calcul approché de nombres définis que l'on peut considérer comme racines d'équations à coefficients connus et commensurables.

» Ainsi $\sqrt[5]{11}$ peut être considéré comme la racine de moindre module de

$$(z+1)^5 - 11 = 0.$$

» Le nombre $\frac{\pi}{4}$ peut être considéré comme la racine de moindre module de l'équation

$$\tang z - 1 = 0.$$

» Le nombre $e^\alpha - 1$ peut être considéré comme la racine de moindre module de l'équation

$$L(1+z) - \alpha = 0,$$

α étant un nombre réel négatif.

» Le logarithme népérien d'un nombre N est la racine de moindre module de l'équation

$$e^z - N = 0.$$

» Si l'on sait développer $f(z)$ en série convergente dans l'intérieur du cercle susdit, on en déduit le développement de $f'(z)$, puis celui de $\frac{f'(z)}{f(z)}$ par une simple division. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les mouvements des systèmes dont les trajectoires admettent une transformation infinitésimale.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Darboux.

« Considérons les deux systèmes d'équations de Lagrange :

$$(1) \qquad \frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial q'_i} - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i(q_1, \ldots, q_k), \qquad \frac{dq_i}{dt} = q'_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, k),$$

$$(2) \qquad \frac{d}{dt_1}\frac{\partial T'}{\partial q'_i} - \frac{\partial T'}{\partial q_i} = Q'_i(q_1, \ldots, q_k), \qquad \frac{dq_i}{dt_1} = q'_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, k),$$

où T et T' sont des formes quadratiques des q' indépendantes de t. Les deux systèmes sont dits *correspondants* si les relations entre les q_i définies

par (1) et par (2) coïncident. Nous dirons ainsi qu'ils sont *homologues* si l'on peut passer de (1) à (2) en changeant q_i en $\varphi_i(q_1, \ldots, q_k)$ et en faisant $t = t_1$. Ces définitions admises, *la condition nécessaire et suffisante pour que les trajectoires de* (1) *se laissent transformer en elles-mêmes par un changement convenable des variables* q_i, *c'est qu'il existe un système* (2) *à la fois homologue et correspondant de* (1). Ce système (2) peut coïncider avec le système (1), qui se transforme alors en lui-même par le changement de variables (supposé non identique). J'ajoute que si les Q_i admettent un potentiel U, il en est de même évidemment des Q'_i.

» En s'aidant des résultats que j'ai publiés sur les systèmes correspondants, on peut montrer que si, (1) et (2) étant correspondants, le rapport $\frac{T}{T'}$ est une simple fonction μ des q_i, *ou bien* μ *est une constante* C (et $Q_i = \alpha Q'_i$), *ou bien* $\mu = \alpha U + \beta$ $\left(\text{et } U' = \frac{CU + D}{\alpha U + \beta}\right)$. Ces cas exceptés, les géodésiques de (1) admettent toujours une intégrale du second degré distincte de celles des forces vives. Si même les Q_i et les Q'_i dérivent d'un potentiel, *les géodésiques de* (1) *admettent deux telles intégrales :* ces deux intégrales ne se confondent que dans le cas où les trajectoires de (1) et de (2) pour deux valeurs particulières h_0 et h'_0 des deux constantes des forces vives h et h' coïncident; ce dernier cas se ramène aussitôt à celui où les géodésiques de T et de T' coïncident ([1]). Il ne peut exister deux tels systèmes h_0, h'_0 et h_1, h'_1 de h, h' sans que la correspondance entre (1) et (2) soit celle de M. Darboux.

» Ceci nous montre en premier lieu que *les seules transformations conformes* $q_i = \varphi_i$ *des trajectoires sont celles qui changent* T *en* CT *et* Q_i *en* αQ_i, *ou bien* T *en* $(\alpha U + \beta)$T *et* U *en* $\frac{CU + D}{\alpha U + \beta}$. Ces transformations sont aussi *les seules qui transforment un faisceau quelconque* $h = h_0$ *de trajectoires en un faisceau analogue* $h = h'_0$. Une telle transformation transforme en eux-mêmes deux faisceaux *particuliers* $h = h_1$, $h = h_2$ qui peuvent d'ailleurs se confondre.

» Supposons maintenant que les trajectoires de (1) admettent un groupe *continu* de transformations $q_i = \varphi_i$ à R paramètres (le groupe ne peut

---

(1) Quand les géodésiques de T et de T' coïncident, il peut n'exister qu'une seule intégrale du deuxième degré, comme le prouve l'exemple simple

$$T = \varphi(q_1, q_2)\, q_1'^2 + q_2'^2 + q_3'^2.$$

dépendre de fonctions arbitraires). Ce groupe renferme un sous-groupe de transformations *conformes* à r paramètres (r peut être nul) : à la recherche de ces dernières transformations s'appliquent aussitôt les méthodes développées par M. Sophus Lie dans ses travaux sur les principes de la Géométrie. L'étude des autres transformations n'entraîne que des *équations différentielles linéaires :* cela résulte de la forme de la relation entre dt et dt_1 et de ce fait que les géodésiques de (1) admettent au moins $R - r$ intégrales du second degré.

» Quand les Q_i ne dérivent pas d'une fonction de forces, il convient de distinguer les sous-groupes suivants :

» I. Sous-groupe à ρ_1 paramètres qui ne change ni T ni les Q_i.

» II. Sous-groupe à $\rho_1 + \varepsilon$ paramètres ($\varepsilon = 0, 1$, ou 2) qui change T en CT et Q_i en αQ_i; ce sous-groupe se décompose lui-même en deux sous-groupes qui correspondent respectivement à $C = 1$ et à $\alpha = 1$. Ces deux sous-groupes renferment le groupe I. Le groupe II est le sous-groupe *conforme*.

» III. Sous-groupe à $(\rho_1 + \rho_2)$ paramètres qui conserve les géodésiques et pour lequel $\Delta = \Delta'$ (Δ et Δ' sont les discriminants de T et de T'). *Les transformations de ce groupe, qui renferme* I, *conservent non seulement les trajectoires, mais le mouvement sur les trajectoires*. Ce sont les *seules* qui jouissent de cette propriété.

» IV. Sous-groupe à $(\rho_1 + \rho_2 + \varepsilon)$ paramètres qui conserve les géodésiques et pour lequel $\Delta = C\Delta'$.

» V. Sous-groupe à $(\rho_1 + \rho_2 + \rho_3 + \varepsilon)$ paramètres qui conserve les géodésiques.

» Si ρ' désigne la différence $R - \rho_1 - \rho_2 - \rho_3 - \varepsilon$, l'intégration de (1) se ramène à celle d'une équation différentielle d'ordre au plus égal à $2K - 1 - R$, et cela par l'intermédiaire *de quadratures et d'équations linéaires formant des systèmes d'ordre différentiel au plus égal respectivement à* ρ', ρ_1, ρ_2 *et* ρ_3. Si R est au moins égal à $2K - 1$, les équations (1) s'intègrent à l'aide de ces systèmes linéaires. Cette classification et ces résultats se simplifient quand toutes les forces sont nulles.

» Quand les Q_i dérivent d'un potentiel, il faut mettre en évidence les sous-groupes G dont chaque transformation transforme un faisceau $h = h_0$ en un faisceau analogue $h = h'_0$. Deux cas peuvent se présenter : 1° $h_0 = h'_0$ *pour toutes les transformations de* G; h_0 est alors un nombre fixe et le groupe G transforme en lui-même un faisceau particulier $h = h_0$. Il peut exister une infinité de tels sous-groupes, mais ils sont toujours *semblables*,

et l'on peut faire en sorte (à l'aide de la transformation de M. Darboux) que pour l'un d'entre eux h_0 soit infini. 2° h_0 *diffère de* h'_0; le groupe G, s'il dépend de s paramètres, admet alors un sous-groupe à $s - \varepsilon$ paramètres ($\varepsilon = 1$ ou 2) qui transforme en lui-même un faisceau $h = h_0$ choisi arbitrairement, par exemple, les géodésiques. On est ainsi conduit à une classification analogue à la précédente, où l'on distingue d'abord le sous-groupe conforme (qui se décompose lui-même en sous-groupes partiels analogues aux sous-groupes I et II), puis le sous-groupe à $s - \varepsilon$ paramètres ($\varepsilon = 0$, 1 ou 2) qui conserve les géodésiques; enfin, le sous-groupe à s paramètres dont chaque transformation conserve un faisceau $h = h_0$, sous-groupe qui comprend les précédents. Les conclusions sont les mêmes que plus haut. Observons encore que, dans le groupe total, on peut distinguer, dans tous les cas, les sous-groupes pour lesquels $\Delta = \Delta'$ ou $C\Delta'$.

» J'ajoute que, quand on connaît *a priori* des équations (1) dont les trajectoires admettent une transformation infinitésimale non conforme, on est certain que le système (1) admet une infinité de correspondants. Si, notamment, les géodésiques de (1) admettent une telle transformation, il existe, pour des forces Q_i quelconques, une infinité de systèmes correspondants. En appliquant ces remarques au cas où le ds^2 de T est le ds^2 d'une surface à courbure constante de l'espace à $(k+1)$ dimensions, on retrouve les résultats de M. Appell.

» Ce qui précède permet de former bien aisément les systèmes (1) à deux paramètres dont les trajectoires admettent une transformation continue. Pour trois paramètres, les calculs sont déjà plus compliqués. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la forme générale de la loi du mouvement vibratoire dans un milieu isotrope*. Note de M. E. **Mercadier**, présentée par M. H. Becquerel.

« *Milieu isotrope vibrant illimité*. — Pour établir dans le cas d'un corps isotrope de forme géométrique déterminée la formule

$$(1) \qquad n = A\sqrt{\frac{q}{\delta}}\,\frac{1}{\varphi_1},$$

il a suffi d'emprunter à l'expérience ce fait : que le mouvement vibratoire communiqué à un point d'un corps était partagé par toute la masse, et que l'effet résultant dépendait de la masse totale et par suite de la forme

géométrique. On considère ainsi le phénomène vibratoire lorsqu'il est à l'état permanent, sans se préoccuper de savoir comment il s'est transmis du point vibrant initial à la masse tout entière, et en vertu de quel mécanisme l'état, d'abord variable, des divers points est devenu *stationnaire*.

» Au contraire, quand il s'agit d'un milieu qui peut être considéré comme illimité, la question de la *propagation* du mouvement devient prépondérante. Mais ce point de vue ne change pas les éléments de la question : le nombre n des vibrations qui se propagent dans le milieu considéré est nécessairement lié à son élasticité q, et à sa masse spécifique δ. Or on voit qu'il est impossible d'établir entre ces trois quantités seules une relation qui soit homogène en longueur, temps et masse : il faut donc que la fonction φ_1, du premier degré par rapport aux longueurs, de degré o par rapport aux temps et aux masses, soit jointe aux trois autres, pour pouvoir obtenir une formule générale homogène correspondant à un phénomème mécanique *réel*.

» La formule (1) est donc *nécessairement* applicable au cas qui nous occupe. Seulement la fonction φ_1 ne dépend évidemment pas des dimensions géométriques du milieu. Il suffit d'ailleurs qu'elle représente une longueur l, et il s'agit de voir quelle peut être sa signification dans le phénomène de la propagation du mouvement vibratoire.

» Nous avons désigné par n le nombre de vibrations isochrones effectué dans l'unité de temps par le point vibrant initial, et par les autres points à la suite de la propagation du mouvement. Il en résulte que la durée θ d'une vibration est égale à $\frac{1}{n}$. En remplaçant dans la formule (1) n par $\frac{1}{\theta}$ et φ_1 par l, ce qui ne modifie en rien les raisonnements qui nous ont conduit à cette formule, on a

$$\frac{1}{\theta} = B\sqrt{\frac{q}{\delta}}\,\frac{1}{l}, \tag{2}$$

ou

$$l = B\theta\sqrt{\frac{q}{\delta}}, \tag{3}$$

B étant une constante *numérique*.

» Or les dimensions de $\sqrt{\frac{q}{\delta}}$ sont LT^{-1}, c'est-à-dire celles d'une vitesse : en l'appelant v, la formule (2) devient $l = B\theta v$ ou, en posant $\frac{l}{B} = \lambda$,

$$\lambda = v\theta. \tag{4}$$

» C'est l'expression d'une loi identique à celle d'un mouvement uniforme, où la longueur λ serait parcourue avec une vitesse constante ν, pendant la durée θ d'une vibration du point vibrant initial.

» On peut dire que telle est la loi générale nécessaire de la propagation d'un mouvement vibratoire, c'est-à-dire la loi qui lie la *production* de ce mouvement à sa *propagation*, ou, en d'autres termes habituellement employés, qui lie la *période* θ de ce mouvement à la *longueur d'onde* λ.

» Les formules (1) et (4) sont au fond identiques. Les phénomènes qui se produisent à la surface d'un milieu géométriquement limité, ou à la surface d'un obstacle placé dans une région d'un milieu illimité, sont des réflexions et des réfractions : il peut en résulter des superpositions totales ou partielles d'ondes, mais celles-ci obéissent toujours à une loi de la forme (1) ou (4). Leurs effets, interférences, productions de nœuds ou de ventres de vibrations, harmoniques, etc., ne changent en rien la forme de la loi du mouvement en un point quelconque : les modifications ne portent que sur la valeur des *constantes numériques* qui entrent dans l'expression de cette loi; l'Analyse mathématique et l'expérience peuvent seules les déterminer, des considérations d'homogénéité n'y suffisent pas.

» Enfin, les considérations qui précèdent s'appliquent aussi bien à des vibrations longitudinales et transversales pourvu que l'élasticité du milieu soit mise en jeu.

» Le résultat obtenu ci-dessus concorde avec ceux que donnent l'expérience et le calcul : il est facile de le montrer dans les deux cas généraux que l'on considère ordinairement.

» 1° Cas d'ébranlements dans une colonne cylindrique indéfinie d'un milieu élastique isotrope.

» L'équation différentielle du mouvement est $\frac{d^2u}{dt^2} = \frac{E}{D}\frac{d^2u}{dx^2}$, dans laquelle u est le déplacement élastique, x la distance à l'origine du mouvement, E le coefficient d'élasticité, D la masse spécifique. L et T étant les unités de longueur et de temps, α et β des nombres, l'équation peut se mettre sous la forme $\alpha\frac{L}{T^2} = \frac{q}{\delta}\beta\frac{L}{L^2}$, E et D étant les quantités représentées ci-dessus par q et δ : ou bien $\sqrt{\alpha}\frac{1}{T} = \sqrt{\frac{q}{\delta}}\sqrt{\beta}\frac{1}{L}$; c'est, à des constantes numériques près, l'équation (2) ci-dessus.

» 2° Cas d'un ébranlement circonscrit dans une sphère très petite dans un milieu élastique isotrope indéfini.

» L'équation différentielle du mouvement est

$$\frac{d^2 u}{dt^2} = \frac{1}{r}\frac{\mathrm{E}}{\mathrm{D}}\left(2\frac{du}{dr} + r\frac{d^2 u}{dr^2}\right),$$

dans laquelle r représente la distance au centre d'ébranlement. La quantité entre parenthèses représente un *nombre*, et l'on a $\alpha'\frac{\mathrm{L}}{\mathrm{T}^2} = \frac{q}{\delta}\beta'\frac{1}{\mathrm{L}}$ ou, comme précédemment, $\sqrt{\alpha'}\frac{1}{\mathrm{T}} = \sqrt{\frac{q}{\delta}}\sqrt{\beta'}\frac{1}{\mathrm{L}}$, α' et β' étant des *nombres*.

» La forme générale (2) ou (4) s'applique donc aux deux cas indiqués. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les phénomènes thermo-électriques entre deux électrolytes.* Note de M. **Henri Bagard**, présentée par M. Mascart.

« Dans une précédente Note ([1]) j'ai décrit deux expériences faites sur des couples thermo-électriques constitués par deux électrolytes. Je me suis proposé d'étudier, par le même procédé, l'influence de la concentration sur la marche de couples formés par deux solutions d'un même sel, de teneur différente. Voici, en particulier, les résultats obtenus avec le sulfate de zinc.

» Ayant préparé cinq solutions aqueuses renfermant respectivement 5^{gr}, 15^{gr}, 25^{gr}, 35^{gr} et 45^{gr} de sel dans 100^{gr} de la solution, j'ai étudié les cinq couples (L_5, L_{15}), (L_5, L_{25}), (L_5, L_{35}), (L_5, L_{45}), (L_{25}, L_{45}); les forces électromotrices observées pour dix couples identiques, réunis en tension, et exprimées en dix-millièmes de daniell, sont les suivantes :

I. —	Températures..	14°,8	38°,3	54°,4	73°,6	56°,2	courbe (1)
	$E_0^t(L_5, L_{15})$..	24	39	35	27	34	
II. —	Températures..	24°,4	50°,7	73°,6	49°,4	»	courbe (2)
	$E_0^t(L_5, L_{25})$..	46	66	56	69	»	
III. —	Températures..	18°,8	38°,4	54°,9	73°,9	50°,7	courbe (4)
	$E_0^t(L_5, L_{35})$..	62	94	102	93	96	
IV. —	Températures..	17°,9	39°,2	58°,1	73°,5	51°,9	courbe (5)
	$E_0^t(L_5, L_{45})$..	78	130	150	155	145	
V. —	Températures..	12°,9	41°	73°,4	51°,4	»	courbe (3)
	$E_0^t(L_{25}, L_{45})$.	26	70	97	79	»	

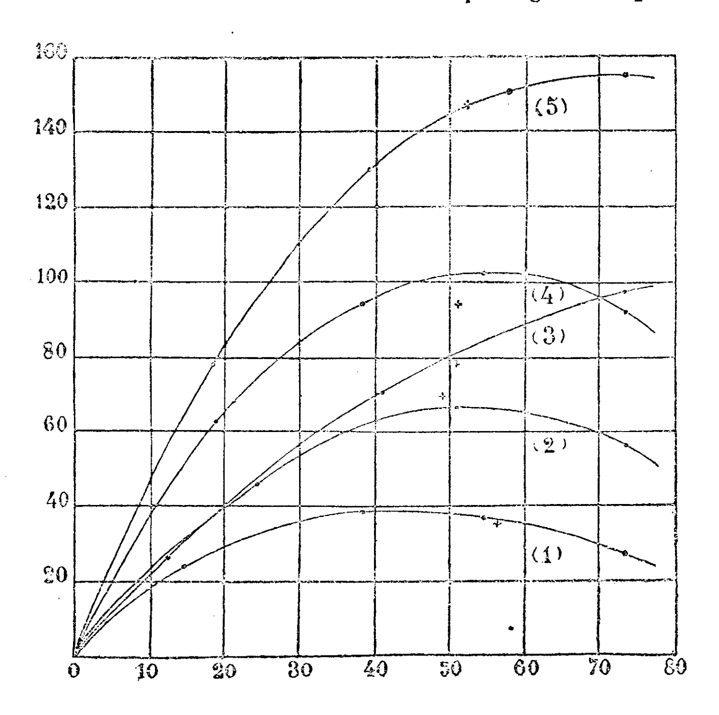
» En portant en abscisses les températures et en ordonnées les forces électromo-

([1]) *Comptes rendus*, séance du 25 avril 1892, p. 980.

trices, on obtient les cinq courbes représentées sur la figure et affectées des numéros d'ordre inscrits dans la dernière colonne du Tableau.

» Les croix correspondent aux valeurs des forces électromotrices observées lors du refroidissement et l'on voit que, lorsqu'elles ne sont pas situées sur les courbes mêmes des points obtenus pendant l'échauffement, elles en sont, du moins, très rapprochées et sont situées de part ou d'autre de ces courbes, ce qui montre qu'il n'y a pas eu d'erreur systématique.

» Les courbes (1), (2), (4), (5) montrent que, pour une température donnée, la force électromotrice est d'autant plus grande que la différence



de concentration est elle-même plus grande; on voit, en outre, que le point neutre s'élève de plus en plus à mesure que les liquides diffèrent davantage l'un de l'autre.

» La seule inspection de ces courbes permet de vérifier la *loi des corps intermédiaires* pour les trois liquides L_5, L_{25}, L_{45}; en effet, si l'on fait la somme des ordonnées des courbes (2) et (3), on retrouve les ordonnées de la courbe (5). J'ai pu prouver cette relation importante par une expérience directe, en réunissant en tension quatre groupes de piles dans chacun desquels la somme $E_0^t(L_5, L_{25}) + E_0^t(L_{25}, L_{45})$ était opposée à $E_0^t(L_5, L_{45})$; dans ces conditions, l'électromètre resta au zéro tandis que la température t variait de 0° à 73°,3.

» J'ai pu vérifier aussi la *loi des températures intermédiaires* pour le couple (L_5, L_{45}); j'avais réuni en tension cinq groupes de piles dans chacun desquels la somme $E_0^t + E_t^T$ était opposée à E_0^T : l'électromètre resta rigoureusement au zéro pendant que je faisais croître T de 0° à 72°,7, en maintenant *t* égal à 11°,9, et ensuite *t* de 11°,9 à 31°, en maintenant T égal à 71°.

» Dans toutes ces expériences, je me servais de diaphragmes en baudruche; j'ai constaté que la nature du diaphragme n'influait pas sur les phénomènes observés, à condition toutefois que ce diaphragme ait été convenablement préparé et lavé. La baudruche a le grand avantage d'adhérer complètement aux parois de verre ([1]). »

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des plus anciennes éruptions de l'Etna.* Note de M. WALLERANT, présentée par M. Fouqué.

« L'époque des premières éruptions de l'Etna ne paraît pas avoir été déterminée jusqu'ici d'une façon bien précise. M. Baldaci, dans sa description géologique de la Sicile, émet l'opinion qu'elles se sont produites pendant l'ère quaternaire et peut-être même vers sa fin. Lyell reporte les premières manifestations volcaniques à une époque antérieure et les considère comme contemporaines du crag de Norwich, c'est-à-dire des dépôts occupant la base du pliocène supérieur.

» Tous les auteurs, qui se sont occupés de la question, ont cherché à déterminer l'âge de basaltes prismatiques que l'on observe, en massifs isolés, sur tout le pourtour de l'Etna, à Paterno, la Motta, Aci Castello, Aci Reale, etc. Dans cette dernière localité, le basalte n'est visible que grâce aux actions destructives de la mer qui, en entaillant le cône de l'Etna, a permis de les apercevoir sous les coulées typiques de lave; il se pourrait donc fort bien que ces basaltes constituent le soubassement du cône. Quoi qu'il en soit, il est rationnel de considérer ces basaltes, qui sont les produits volcaniques les plus éloignés du cratère central, comme le résultat des plus anciennes éruptions, car l'examen d'une Carte de l'Etna permet de constater que, *d'une façon générale*, les foyers éruptifs tendent de plus en plus à se rapprocher du point culminant; ce qui est parfaitement conforme aux idées admises sur la façon dont se produisent les éruptions.

» Ces basaltes sont en relations avec des dépôts quaternaires et pliocènes.

([1]) Travail fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Nancy.

Ceux-ci sont bien développés dans la plaine de Catane, mais les contacts ne sont pas visibles. Pour bien voir les relations existant entre les deux formations, il faut se reporter au lambeau pliocène situé sur la côte contre Aci Castello et le cap Molini.

» Les dépôts pliocènes, qu'un mouvement d'exhaussement a portés à une altitude de 300^m, sont à l'état d'argiles jaunes aujourd'hui, mais primitivement bleues, comme l'indiquent les débris rencontrés dans les fossiles. Ces argiles sont inclinées à 45° vers le nord-ouest, c'est-à-dire vers le cône central; leur émersion n'est donc pas due à un simple exhaussement de la côte de Sicile, comme on le dit souvent, mais le mouvement fut accompagné de plissements, puisque les strates font aujourd'hui un angle de près de 90° avec leur direction primitive.

» Dans leurs couches supérieures, les argiles renferment des fossiles dont nous avons pu recueillir d'assez nombreux individus pour en déterminer la position stratigraphique. Une liste beaucoup plus complète en a d'ailleurs été publiée par Lyell. Cette faune permet de considérer ces dépôts comme synchroniques des marnes bleues subapennines; ils appartiennent donc au plaisancien ou pliocène inférieur.

» Sur la côte même, par suite des cultures et de la présence de blocs éboulés des parties supérieures, il est difficile d'établir nettement les relations entre les basaltes et les roches sédimentaires. Lyell dit bien que les roches éruptives et les argiles sont en relation, mais sans s'expliquer davantage. Aux îles Cyclopes, à 200^m du rivage, on voit le basalte couronné d'une couche d'argile, comme si cette dernière s'était déposée sur la roche volcanique; mais un examen attentif montre que l'argile est fortement durcie et que le basalte y pénètre en petits filons de 2^m de long, le plus souvent interstratifiés. Cette observation, faite depuis longtemps, ne suffit pas pour déterminer l'âge des basaltes : ils peuvent être postérieurs au dépôt des argiles ou contemporains de la partie supérieure.

» L'identité d'âges des deux formations, pressentie par Lyell, peut être démontrée, grâce à la présence de lentilles sableuses, de quelques centimètres d'épaisseur, interstratifiées dans les argiles. Ces sables, traités par l'eau de façon à en séparer les particules argileuses qui restent en suspension, se montrent au microscope formés de débris de cristaux de pyroxène, de péridot, de feldspaths tricliniques et de grains opaques d'un brun noir englobant les débris précédents : en un mot, ces sables présentent tous les caractères des cendres volcaniques et il est fort difficile de les distinguer de cendres plus récentes de l'Etna. Que ces cendres soient ou non dues à la sortie de basaltes voisins, il n'en résulte pas moins

qu'à l'époque des marnes subapennines l'Etna était le théâtre d'éruptions accompagnées d'émissions de cendres. L'époque des plus anciennes éruptions connues de l'Etna se trouve donc notablement reculée par cette observation. »

M. E. Lemoine adresse une Note intitulée : « Règles d'analogie dans le triangle ou transformation continue, et transformation analytique correspondante ».

« En nommant A, B, C, a, b, c, p, $p-a$, $p-b$, $p-c$, S, R, r, r_a, r_b, r_c, δ, δ_a, δ_b, δ_c, ... les angles, les côtés, les demi-périmètres, les quantités $\frac{b+c-a}{2}$, $\frac{c+a-b}{2}$, $\frac{a+b-c}{2}$, la surface, le rayon du cercle circonscrit, les rayons des quatre cercles inscrits ou ex-inscrits, les quantités $4R+r$, $4R-r_a$, $4R-r_b$, $4R-r_c$, ...,

» Si, dans une formule entre les éléments du triangle, on change ces quantités respectivement en $-A$, $\pi-B$, $\pi-C$, a, $-b$, $-c$, $-(p-a)$, $-p$, $(p-a)$, $(p-b)$, $-S$, $-R$, r_a, r, r_c, r_b; $-\delta_a$, $-\delta$, $-\delta_c$, $-\delta_b$, on aura une formule exacte.

» Si, par exemple, on a démontré la formule

$$\Sigma(b-a)^2(c-a)^2=(p^2-3r\delta)^2,$$

on en déduit

$$(b+a)^2(c+a)^2+(b+a)^2(b-a)^2+(c+a)^2(b-c)^2=[(p-a)^2+3r_a\delta_a]^2,$$

qu'il eût été impossible de deviner *a priori*. »

M. P. Bidauld, à propos d'une Communication faite au mois d'avril dernier par M. Mallard, sur la présence de diamant dans un fer météorique, propose d'essayer d'obtenir le diamant en chauffant de la fonte ou de l'acier jusqu'à leur température de fusion, et en y faisant passer un courant électrique.

M. Chantron adresse une Note relative au vol des oiseaux et à la navigation aérienne.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 janvier 1893.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Sixième série, janvier 1893. T. XXVIII. Paris, Masson, 1893; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série, t. XVI, novembre 1892. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées, fondé en 1836 et publié jusqu'en 1874 par Joseph Liouville, publié de 1875 par H. Resal; quatrième série, publiée par Camille Jordan. T. VIII, année 1892; fasc. n° 4. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 fasc. in-4°.

Centre des moyennes distances des centres de courbure successifs, par Haton de la Goupillière, inspecteur général des Mines, membre de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 broch. in-4°. (Extrait des *Comptes rendus.*)

Aperçu de la structure géologique des Pyrénées, par MM. Emm. de Marguerie et Fr. Schrader. Paris, Chamerot et Renouard, 1892; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Daubrée).

Annuaire pour l'an 1893, publié par le Bureau des longitudes. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. in-18.

ERRATA.

(Séance du 26 décembre 1892.)

Note de MM. *Ed. Sarasin* et *L. de la Rive*, Sur l'égalité des vitesses de propagation de l'ondulation électrique dans l'air, etc. :

Page 1280, ligne 2, *au lieu de* $0^{m},16$, *lisez* 16^{m}.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 9 JANVIER 1893.

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE AGRICOLE. — *Les eaux de drainage des terres cultivées;* par M. **P.-P. Dehérain**.

« J'ai déjà eu l'honneur d'entretenir l'Académie à diverses reprises (¹) des recherches que je poursuis depuis plusieurs années sur les eaux de drainage; la plupart des observations que j'ai présentées ont porté sur des terres nues; la méthode que j'avais employée, déjà utilisée par M. Berthelot, consistait à recueillir l'eau qui s'écoule de grands vases de grès renfermant 60^{kg} de terre exposée à la pluie; ce procédé, très commode

(¹) *Comptes rendus,* t. CXI, p. 253; t. CXII, p. 465; t. CXV, p. 273; *Annales agronomiques,* t. XVI, p. 337; t. XVII, p. 49; t. XVIII, p. 237.

en ce qu'il peut s'étendre à un grand nombre de terres différentes, ne convient plus quand il s'agit de déterminer les entraînements que subit une terre cultivée. En général, nos plantes de grande culture ne prennent qu'un médiocre développement dans des vases de petites dimensions; leurs racines sont mal à l'aise dans un cube de terre restreint, et, après avoir reconnu que mes observations restaient irrégulières, je me décidai à opérer autrement.

» Grâce à la libéralité de la Direction de l'Agriculture, j'ai pu faire construire des cases de végétation; elles ont 2^{m} de côté et 1^{m} de profondeur, elles présentent donc une capacité de 4^{mc} et reçoivent 5 tonnes de terre. Le fond est creusé, des parois au milieu, et la rigole, ainsi établie, inclinée en avant, débouche à sa partie la plus déclive dans un tuyau de plomb qui conduit les eaux de drainage dans de grandes bonbonnes, qu'on manœuvre aisément dans un fossé de 2^{m} de profondeur (1).

» Les vingt cases de végétation ont été construites pendant l'été de 1891, on les a garnies d'abord d'une couche de cailloux, puis de la terre même du champ d'expériences de Grignon, extraite au moment de la construction; elle avait été divisée en deux lots, l'un du sous-sol, l'autre du sol superficiel; les terres ont été remises en place en conservant l'ordre qu'elles avaient primitivement; tout a été prêt à l'automne de 1891, et l'on a pu procéder aux semailles.

» Les principaux résultats obtenus sont résumés dans le Tableau ci-contre; les observations ont commencé au mois de mars et ont été arrêtées le 12 novembre; j'ai rapporté, pour faciliter les comparaisons, tous les nombres à la surface d'un hectare, en multipliant les chiffres constatés par 2500; la surface des cases étant de 4^{mq} représente en effet la 2500e partie d'un hectare.

» Quatre cases sont restées sans culture, elles ont laissé couler une quantité d'eau considérable; si elles n'ont rien donné pendant tout le printemps, époque pendant laquelle la pluie a fait complètement défaut, les drains ont coulé à la fin de juillet, à la suite de très fortes averses, puis, à diverses reprises, pendant la fin de l'été et pendant l'automne. Sur les 449^{mm} d'eau recueillis au pluviomètre, les cases sans culture ont débité en moyenne $96^{mm},9$, moins du quart de l'eau reçue; deux de ces cases avaient reçu du fumier, une autre des engrais chimiques; toutes trois ont laissé couler un peu plus d'eau que la case 1, restée sans engrais.

» On a cultivé cette année du Ray grass, la graminée de la prairie, des betteraves à

---

(1) Les photographies que M. Dehérain montre à l'Académie sont reproduites dans le n° 1023 (7 janvier 1893) du journal *la Nature;* elles figureront également dans un Mémoire qui paraîtra prochainement dans le t. XIX des *Annales agronomiques*.

sucre, du blé à épi carré, des pommes de terre Richter's Imperator, du maïs fourrage, du trèfle, de l'avoine dans laquelle on a semé du trèfle, enfin des betteraves porte-graines. Parmi ces cultures, le blé, l'avoine et le trèfle n'ont fourni que des récoltes médiocres, toutes les autres ont été bonnes ou même très bonnes.

DRAINAGE ET CULTURE DES CASES DE VÉGÉTATION DE LA STATION AGRONOMIQUE DE GRIGNON.

Année 1892.

Pluie tombée en millimètres de hauteur. Mars — 12 novembre = 449^{mm}.

Nature des cultures.	Fumures distribuées à l'hectare.	Poids des récoltes à l'hectare.	Azote des récoltes.	Eau de drainage en millim. de hauteur.	Azote par mètre cube d'eau de drainage.	Azote entraîné par hectare.	Pour 100 d'azote de la récolte, les eaux de drainage ont entraîné :
					gr	kg	
Sans culture	Pas de fumure	»	»	89	158	142,9	»
Ray-grass	»	Foin, 6000^{kg}	Foin, 77^{kg},5	27,7	69	18,2	23,5
Better. à sucre	30000^{kg} fumier	Racines, 38250^{kg}	Rac. et feuilles, 120^{kg}	14,0	31	4,41	3,6
Id.	30000^{kg} fumier 250^{kg} nitr. de soude	Racines, 38250^{kg}	Rac. et feuilles, 120^{kg}	8,0	39	3,15	2,6
Id.	625^{kg} nitr. de soude 200^{kg} superphosph.	Racines, 38250^{kg}	Rac. et feuilles, 120^{kg}	13,7	95	13,0	10,8
Blé à épi carré	15000^{kg} fumier	Grain, 15^{qm},75 Paille, 37^{qm},50	Grain et paille, 51,75	39,7	139	54,6	105,5
» Blé, vesce à l'automne	15000^{kg} fumier 200^{kg} nitr. de soude	Grain, 17^{qm},00 Paille, 40^{qm},00	Grain et paille, 55,5	16,8	114	17,0	30,7
» Blé, vesce à l'automne	500^{kg} nitr. de soude 200^{kg} superphosph.	Grain, 19^{qm},25 Paille, 37^{qm},50	Grain et paille, 59,0	18,8	94	17,9	30,3
Pommes de terre Richter's Imperat.	30000^{kg} fumier	Tuberc., 37500^{kg}	Tubercules et fanes, 162^{kg},5	27,6	67	18,2	11,2
Id.	30000^{kg} fumier 250^{kg} nitr. de soude	Tuberc., 35500^{kg}	Tubercules et fanes, 153^{kg},5	28,7	59	16,6	10,8
Id.	625^{kg} nitr. de soude 200^{kg} superphosph.	Tuberc., 36250^{kg}	Tubercules et fanes, 157^{kg},5	29,3	67	19,7	12,5
Sans culture	30000^{kg} fumier	»	»	97,7	122	121,2	»
Id.	30000^{kg} fumier 250^{kg} nitr. de soude	»	»	102,2	153	156,3	»
Id.	625^{kg} nitr. de soude 200^{kg} superphosph.	»	»	99,2	119	145,8	»
Maïs, fourrage	30000^{kg} fumier	En vert, 77500^{kg}	190^{kg}	16,2	89	14,5	7,6
Trèfle	Pas de fumure	Foin, 2750^{kg}	55^{kg},0	29,7	84	25,4	46,1
Avoine et trèfle	Pas de fumure	Grain, 24^{qm},00 Paille, 27^{qm},5	56^{kg},0	21,7	143	31,1	55,5
Betteraves porte-graines	30000^{kg} fumier	Graines, 2134^{kg}	»	44,2	113	44,8	»
Id.	30000^{kg} fumier 250^{kg} nitr. de soude	Graines, 2513^{kg}	»	50,1	93	46,9	»
Id.	625^{kg} nitr. de soude 200^{kg} superphosph.	Graines, 3214^{kg}	»	42,8	124	50,3	»

» Le drainage des sols cultivés est beaucoup moins abondant que celui des terres nues, il est d'autant plus faible que le sol est plus longtemps couvert, que la formidable évaporation des végétaux fonctionne plus avant dans la saison; c'est ainsi que les betteraves à sucre, arrachées tardivement, n'ont laissé couler en moyenne que $11^{mm},9$, tandis que les betteraves porte-graines, récoltées plus tôt, ont, malgré leur végétation luxuriante, laissé arriver jusqu'aux drains : $45^{mm},8$. Après la récolte du blé, la terre de la case 6 est restée nue : on a recueilli $39^{mm},7$; au contraire, immédiatement après la moisson, on a semé sur 7 et 8 de la vesce : l'écoulement n'a plus été que de $17^{mm},8$.

» La quantité d'azote nitrique contenue dans 1^{mc} d'eau de drainage est, cette année, considérable; l'eau écoulée de la terre nue, sans engrais, renfermait 158^{gr} par mètre cube, ce qui est exceptionnel; j'aurai prochainement l'occasion d'entretenir l'Académie de cette nitrification exagérée; les terres sans culture fumées, même au nitrate de soude, n'ont pas donné des eaux plus chargées que la terre nue sans engrais; l'influence des engrais a été nulle sur la richesse en azote des eaux de drainage.

» Quand on examine, dans le Tableau ci-joint, la teneur en azote des eaux écoulées des cases cultivées, on reconnaît que toutes renferment des quantités notables de nitrates; les betteraves elles-mêmes, qui, non seulement utilisent l'azote nitrique à la formation de leurs albuminoïdes, mais, en outre, emmagasinent les nitrates dans leurs tissus, ont laissé couler des eaux renfermant 31^{gr}, 39^{gr} et 95^{gr} d'azote nitrique par mètre cube; l'eau, qui a traversé la terre cultivée en maïs fourrage, renferme 89^{gr} d'azote nitrique par mètre cube, bien que le maïs soit très avide de nitrates, qu'on retrouve en nature dans sa tige.

» Il est vraisemblable que, lorsque la terre des cases sera mieux tassée, la nitrification y sera moins énergique et que les eaux de drainage seront moins chargées, mais, dès cette année, si l'on examine la colonne du Tableau indiquant la quantité d'azote soustraite par les eaux de drainage à la surface d'un hectare, on est très frappé de voir que ces pertes sont liées bien plus étroitement à la quantité qu'à la richesse des eaux écoulées; ainsi la betterave et le maïs laissent couler des eaux assez riches en nitrates, mais, comme la quantité d'eau de drainage recueillie est très faible, les pertes, à l'hectare, sont minimes.

» Je retrouve, pour la culture du blé non suivie de culture dérobée, les pertes que j'avais déjà signalées les années précédentes; on a trouvé dans les eaux de drainage d'un hectare $54^{kg},6$ d'azote nitrique correspondant

à 364^{kg} de nitrate de soude valant, à 22^{fr} les 100^{kg}, 80^{fr}, c'est-à-dire représentant ainsi que je l'ai fait remarquer le prix du loyer d'un grand nombre de sols de fertilité moyenne. Quand la vesce a été semée, les pertes n'ont plus été que de 17^{kg},4 d'azote nitrique, correspondant à 116^{kg} de nitrate de soude, valant 25^{fr}; elles sont donc près de quatre fois moindres que dans le cas précédent.

» On sait que les légumineuses ne profitent guère des fumures azotées; cette année même, la nitrification exagérée qui s'est produite dans la terre des cases semble avoir gêné le développement du trèfle, qui n'a donné que 2750^{kg} de foin, tandis que le Ray-grass en a fourni 6000^{kg}. En s'appuyant sur cette indifférence des légumineuses à l'égard des nitrates, il semblerait, au premier abord, que le choix que l'on fait souvent de la vesce, pour occuper le sol pendant l'arrière-saison, soit peu justifié, et que d'autres plantes à développement rapide comme la moutarde ou le colza conviendraient mieux. Il faut remarquer toutefois que si la vesce ne retient pas avidement les nitrates, elle s'assimile l'azote de l'air et qu'en outre, ainsi qu'il vient d'être dit, ce qu'il faut rechercher, c'est de couvrir le sol d'une plante à végétation assez luxuriante pour évaporer toute l'eau tombée et empêcher complètement l'écoulement par les drains, nous venons de voir en effet que les pertes sont réglées, non pat la composition des eaux de drainage, mais par leur abondance.

» Nous avons inscrit dans la dernière colonne la quantité d'azote nitrique contenue dans l'eau de drainage pour 100 d'azote dans la récolte; les betteraves donnent les nombres les plus faibles; viennent ensuite le maïs fourrage, puis les pommes de terre; quand la récolte est médiocre, le rapport se rapproche de l'unité; le trèfle qui a mal réussi, l'avoine qui n'a donné qu'une récolte passable ont laissé entraîner par l'eau de drainage une quantité d'azote qui atteint la moitié de celle qui existe dans la récolte; enfin la case 6 portant un mauvais blé a fourni de l'eau qui renfermait plus d'azote que n'en contenait la récolte.

» Ce dernier point mérite attention : tout azote nitrifié dans le sol est assimilé ou perdu, quand la récolte est mauvaise, le cultivateur est doublement lésé : par la faiblesse des produits obtenus, par l'appauvrissement de sa terre. »

ASTRONOMIE. — *Sur les petites planètes et les nébuleuses découvertes à l'observatoire de Nice par MM.* Charlois *et* Javelle *et sur la station du Mounier.* Note de M. **Perrotin.**

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les premières observations des petites planètes récemment découvertes par M. Charlois, à l'aide de la Photographie, et avec un appareil dont il est fait mention dans les *Comptes rendus* de la séance du 17 octobre 1892.

Dates 1892.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.
	(M) (Phot. les 15-16 novembre 1892).				
	h m s	h m s		° ′ ″	
Nov. 20	6.31.43	2.12.28,60	$\bar{1},550_n$	79.55.53,3	$0,729_n$
		Grandeur 11,5			
	(O) (Phot. les 23-24 novembre 1892).				
Nov. 24	8.16. 7	2.47.43,29	$\bar{1},381_n$	79.47.50,5	$0,703_n$
		Grandeur 11,0			
	(P) (Phot. le 25 novembre 1892).				
Nov. 27	7.36.55	3.37.47,90	$\bar{1},541_n$	78.32. 6,8	$0,716_n$
		Grandeur 10,8			
	(Q) (Phot. le 28 novembre 1892).				
Nov. 29	8. 8.10	3.50.54,06	$\bar{1},501_n$	77.36.23,2	$0,699_n$
		Grandeur 12,0			
	(R) (Phot. le 28 novembre 1892).				
Nov. 29	8.32.23	3.59.30,73	$\bar{1},473_n$	76.30.49,1	$0,682_n$
		Grandeur 12,5			
	(S) (Phot. le 8 décembre 1892).				
Déc. 10	7.51.24	4.34.10,73	$\bar{1},571_n$	62.36.42,1	$0,549_n$
		Grandeur 13,5			
	(T) (Phot. les 9-10 décembre 1892).				
Déc. 11	7.34. 2	4.54.14,35	$\bar{1},634_n$	58.22.12,4	$0,539_n$
		Grandeur 10,0			
	(U) (Phot. le 14 décembre 1892).				
Déc. 15	7. 5.55	4.47.32,47	$\bar{1},580_n$	77.44.20,1	$0,723_n$
		Grandeur 12,0			

» Ces planètes, au nombre de huit, ont été découvertes dans un intervalle de temps assez court, du 15 novembre au 14 décembre dernier.

» Au moment de l'opposition, la plus belle avait l'éclat d'une étoile de 10e grandeur, fait assez rare depuis quelques années; la plus faible était de grandeur 13,5, qui marque la limite inférieure au-dessous de laquelle on n'est guère descendu par la recherche directe, avec des instruments d'une ouverture double de celle des lunettes photographiques actuellement en usage.

» Cela porte à 37 le nombre total des découvertes faites par M. Charlois, et à 11 le nombre de celles qui sont dues à la Photographie.

» Pour trouver ces dernières, il a été nécessaire de prendre 28 clichés distincts, représentant chacun un carré du ciel de 11° de côté. Abstraction faite des bords ou des parties communes, ces 28 clichés fournissent 28 Cartes qui, placées à la suite les unes des autres, sur un grand cercle de la sphère, équivalent à une bande du ciel de 280° de longueur sur 10° ou 11° de hauteur.

» Enfin, dernier renseignement, en dehors des 11 planètes nouvelles, la Photographie a permis de constater dans les régions ainsi explorées (on a relevé sur les mêmes clichés) la présence de 20 planètes déjà connues.

» Ces résultats sont instructifs. Ils confirment d'abord les idées que nous avons émises dans une précédente Note sur la même question ([1]) et permettent ensuite de faire un rapprochement intéressant entre la méthode nouvelle et la méthode ancienne.

» Avec la Photographie, la revision d'une Carte comme celle que fournit un seul cliché demande, outre la durée de pose, généralement comprise entre deux heures et demie ([2]) et trois heures, un examen ultérieur de deux heures tout au plus et qui peut être fait à loisir dans le calme du cabinet, soit cinq heures, en tout, au maximum. Avec l'observation directe, il ne fallait pas moins de seize soirées de cinq heures chacune, c'est-à-dire seize fois plus de temps, pour effectuer un travail pénible, moins sûr et par suite moins fructueux. En résumé, il faut aujourd'hui trois heures de beau ciel pour une opération qui en exigeait autrefois quatre-vingts. Il est inutile d'insister sur cette comparaison, qui tourne d'une façon éclatante en faveur de la Photographie.

([1]) *Comptes rendus* de la séance du 17 octobre 1892.

([2]) Variable avec l'état de l'atmosphère et la distance à l'horizon.

» Passant à un autre sujet, je demande la permission de présenter à l'Académie un Catalogue de nébuleuses nouvelles, découvertes avec notre grande lunette, par M. Javelle. Le nombre de nébuleuses découvertes pendant les trois dernières années est de 700 environ; 505 d'entre elles, qui ont été l'objet de mesures micrométriques, forment le Catalogue dont il sagit, qui contient, outre les coordonnées de l'astre, des remarques concernant son éclat, son aspect, ses dimensions, ainsi que l'indication de l'étoile de comparaison.

» Ces travaux représentent la contribution de notre observatoire aux progrès qui ont eu lieu récemment dans diverses branches de l'Astronomie, en y joignant une série d'études relatives aux grosses planètes, à Vénus et à Mars notamment, dont, à maintes reprises, j'ai entretenu l'Académie.

» Ces dernières recherches recevront prochainement une impulsion nouvelle, par la création d'une station astronomique, que le fondateur de l'observatoire de Nice se propose d'établir sur un des sommets les plus élevés des Alpes maritimes, sur le mont Mounier, à 2800^{m} d'altitude, et qui restera une dépendance de l'observatoire déjà existant.

» En se bornant à des recherches spéciales, fixées d'avance, en limitant les observations à la partie du Ciel dans laquelle se meuvent les grosses planètes, comme nous en avons l'intention, en profitant enfin des ressources dont l'observatoire de Nice dispose en instruments et en personnel, la création d'une semblable station est chose relativement facile et réalisable à bref délai.

» Les projets entreront sous peu dans la période d'exécution : si nos prévisions sont fondées, le nouvel observatoire, terminé à la fin du printemps, sera en mesure de fonctionner dans le courant de l'été prochain.

» Les observations préalables que nous avons faites dans l'automne de 1892, sur le Mounier, avec une lunette de $0^{m},15$ d'ouverture, bien qu'incomplètes, en raison d'une installation qui ne pouvait être que précaire, nous permettent d'espérer que la création du nouvel observatoire ne sera pas sans profit pour l'Astronomie. »

PHYSIQUE. — *Dilatation et compressibilité de l'eau;* par M. E.-H. Amagat.

« L'eau fait exception à la plupart des lois que suivent les autres liquides; ces anomalies sont intimement liées à l'existence du maximum de densité.

» Voici d'abord deux Tableaux donnant avec diverses températures les volumes occupés par la masse d'eau dont le volume sous la pression d'une atmosphère et à zéro est égal à l'unité. Je ne donne la série à 198° que sous toute réserve et comme une simple approximation, elle est la moyenne de deux séries faites à part avec un piézomètre qui, par suite d'un malentendu sur le choix du verre, a été fortement attaqué par l'eau, aussi la concordance de ces deux séries a-t-elle laissé passablement à désirer.

» Les volumes sous la pression normale sont empruntés jusqu'à 30° à un récent travail de M. P. Chappuis et de 30° à 100° aux Tableaux de M. Rosetti.

N° 1.

Eau.

0°.	5°.	10°.	15°.	20°.	30°.	40°.	50°.	60°.	70°.	80°.	90°.	100°.	198°.
1,00000	0,99988	1,00014	1,00074	1,00164	1,00421	1,00757	1,01182	1,01678	1,02243	1,02874	1,03554	1,04299	
0,99874	0,99865	0,99894	0,99954	1,00046									
0,99745	0,99741	0,99771	0,99835	0,99927	1,00185	1,00532	1,00954	1,01447	1,02009			1,04050	1,153
0,99618	0,99620	0,39653	0,99719	0,99813									
0,99493	0,99500	0,99536	0,99605	0,99700	0,99964	1,00309	1,00732	1,01220	1,01775			1,03800	1,148
0,99370	0,99381	0,99420	0,99492	0,99588									
0,99248	0,99262	0,99305	0,99379	0,99477	0,99747	1,00090	1,00517	1,01000	1,01551	1,02165		1,03555	1,144
0,99126	0,99144	0,99190	0,92670	0,99367									
0,99005	0,99027	0,99076	0,99156	0,99258	0,99532	0,99879	1,00304	1,00785	1,01328	1,01936		1,03314	1,13
0,98767	0,98799	0,98850	0,98936	0,99043	0,99320	0,99670	1,00094	1,00575	1,01110	1,01712		1,03076	1,13
0,98530	0,98574	0,98627	0,98717	0,98829	0,99111	0,99465	0,99887	1,00367	1,00897	1,01492	1,02143	1,02840	1,13
0,98298	0,98351	0,98407	0,98501	0,98617	0,98905	0,99262	0,97685	1,00163	1,00691	1,01275	1,01919	1,02608	1,12
0,98071	0,98129	0,98192	0,98290	0,98409	0,98702	0,99060	0,99485	0,99960	1,00487	1,01065	1,01697	1,02381	1,12
0,97846	0,97909	0,97980	0,98080	0,98202	0,98500	0,98864	0,99286	0,99760	1,00285	1,00856	1,01480	1,02158	1,11
0,97625	0,97690	0,97770	0,97875	0,98001	0,98301	0,98665	0,99088	0,99566	1,00087	1,00653	1,01268	1,01937	1,11
0,97410	0,97480	0,97562	0,97671	0,97802	0,98108	0,98472	0,98892	0,99373	0,99890	1,00452	1,01060	1,01722	1,11
0,97197	0,97270	0,97361	0,97473	0,97605	0,97916	0,98280	0,98702	0,99180	0,99696	1,00251	1,00857	1,01513	1,10
0,96985	0,97065	0,97162	0,97277	0,97411	0,97724	0,98091	0,98515	0,98988	0,99505	1,00055	1,00657	1,01307	1,10
0,96780	0,96862	0,96966	0,97085	0,97220	0,97537	0,97905	0,98330	0,98800	0,99317	0,99863	1,00460	1,01100	1,10
0,96576	0,96665	0,96772	0,96895	0,97030	0,97354	0,97721	0,98147	0,98616	0,99130	0,99673	1,00267	1,00912	1,09
0,96375	0,96468	0,96580	0,96706	0,96843	0,97171	0,97538	0,97965	0,98435	0,98945	0,99485	1,00077	1,00707	1,09
0,96177	0,96276	0,96390	0,96521	0,66660	0,96989	0,97360	0,97785	0,98255	0,98762	0,99308	0,99889	1,00512	1,09
0,95984	0,96089	0,96204	0,96337	0,96482	0,96808	0,97185	0,97610	0,98078	0,98582	0,99124	0,99703	1,00322	1,08
		0,96020	0,96159	0,96305	0,96632	0,97013	0,97440	0,97902	0,98404	0,98945	0,99521	1,00135	1,08
			0,95982	0,96130	0,96460	0,96842	0,97265	0,97726	0,98226	0,98770	0,99344	0,99950	1,08

N° 2.

Eau.

P.	0°, 00.	2°, 10.	4°, 35.	6°, 85.	10°, 10.	14°, 25.	20°, 40.	29°, 45.	40°, 45.	48°, 95.
atm										
1	1,00000	0,99988	0,99987	0,99993	1,00015	1,00063	1,00172	1,00404	1,00774	1,01128
100	0,99495	0,99485	0,99485	0,99505	0,99540	0,99590	0,99700	0,99950	1,00310	1,00690
200	0,99005	0,99005	0,99015	0,99035	0,99075	0,99135	0,99250	0,99515	0,99890	1,00260
300	0,98530	0,98545	0,98560	0,98585	0,98635	0,98705	0,99825	0,99090	0,99480	0,99835
400	0,98075	0,98095	0,98115	0,98150	0,98205	0,98280	0,98410	0,98675	0,99075	0,99425
500	0,97630	0,97660	0,97690	0,97725	0,97780	0,97875	0,98005	0,98280	0,98675	0,99030
600	0,97200	0,97230	0,97270	0,97310	0,97375	0,97475	0,97615	0,97900	0,98295	0,98645
700	0,96785	0,96815	0,96855	0,96905	0,96975	0,97080	0,97230	0,97555	0,97925	0,98270
800	0,96375	0,96405	0,96450	0,96515	0,96590	0,97695	0,96850	0,97160	0,97570	0,97910
900	0,95980	0,96015	0,96070	0,96145	0,96215	0,96320	0,96490	0,96805	0,97225	0,97560
1000	0,95600	0,95650	0,95700	0,95780	0,95850	0,95960	0,96140	0,96455	0,96890	0,97220
1100	0,95245	0,95290	0,95350	0,95420	0,95500	0,95610	0,95800	0,96115	0,96560	0,96890
1200	0,94495	0,94940	0,95000	0,95070	0,95155	0,95265	0,95460	0,95775	0,96235	0,96570
1300	0,94550	0,94600	0,94660	0,94730	0,94820	0,94940	0,95140	0,95450	0,95915	0,96255
1400	0,94215	0,94270	0,94330	0,94400	0,94500	0,94620	0,94825	0,95135	0,95600	0,95945
1500	0,93890	0,93940	0,94005	0,94085	0,94185	0,94310	0,94510	0,94825	0,95290	0,92640
1600	0,93570	0,93625	0,93690	0,93770	0,93875	0,94005	0,94200	0,94520	0,94980	0,95340
1700	0,93255	0,93320	0,93385	0,93460	0,93570	0,93705	0,93905	0,94230	0,94680	0,95045
1800	0,92955	0,93020	0,93090	0,93165	0,93280	0,93410	0,93615	0,93945	0,94390	0,95760
1900	0,92660	0,92725	0,92800	0,92880	0,92995	0,93120	0,93330	0,93670	0,94110	0,94480
2000	0,92370	0,92435	0,92510	0,92600	0,92710	0,92840	0,93050	0,93400	0,93835	0,94205
2100	0,92080	0,92150	0,92230	0,92320	0,92430	0,92565	0,92780	0,93140	0,93570	0,93940
2200	0,91805	0,91875	0,91960	0,02045	0,92155	0,92300	0,92510	0,92880	0,93310	0,93675
2300	0,91540	0,91610	0,91695	0,91770	0,91880	0,92040	0,92250	0,92625	0,93050	0,93415
2400	0,91275	0,91350	0,91435	0,91510	0,91620	0,91785	0,92000	0,92370	0,92795	0,93160
2500	0,91020	0,91090	0,91175	0,91260	0,91370	0,91535	0,91755	0,92120	0,92545	0,92910
2600	0,90770	0,90845	0,90920	0,91015	0,91125	0,91285	0,91510	0,91875	0,92300	0,92665
2700	0,90520	0,90600	0,90680	0,90775	0,90885	0,91040	0,91270	0,91630	0,92060	0,92425
2800	0,90280	0,90360	0,90440	0,90535	0,90650	0,90805	0,91035	0,91390	0,91825	0,92190
2900	0,90050	0,90130	0,90210	0,90300	0,90415	0,90570	0,90805	0,91160	0,91595	0,91955
3000	0,89830	0,89900	0,89970	0,90065	0,90185	0,90340	0,90575	0,90930	0,91370	0,91730

» 1° *Coefficients de compressibilité.* — Au moyen des résultats qui précèdent, j'ai calculé les Tableaux suivants, donnant, aux diverses températures, le coefficient de compressibilité entre les limites successives de pression consignées à la première colonne verticale.

Eau $\left(\frac{1}{v}\frac{\Delta V}{\Delta p} = \mu\right)$. N° 3.

Limites des pressions.	0°.	5°.	10°.	15°.	20°.	30°	40°.	50°.	60°.	70°.	80°.	90°.	100°.	198
cal cal	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1-100...	511	493	483	473	468	460	449	449	455	462	»	»	478	»
100-200...	492	475	461	451	442	436	429	425	427	439	»	»	468	800
200-300...	480	462	453	443	434	422	414	416	415	425	436	»	459	763
300-400...	466	449	441	433	424	413	407	402	406	406	422	437	446	725
400-500...	455	444	430	422	415	406	404	399	394	398	408	422	434	477
500-600...	438	430	418	411	404	392	385	390	388	391	399	406	416	655
600-700...	429	409	405	398	394	387	382	377	383	380	387	394	407	623
700-800...	418	407	398	390	388	375	374	371	369	374	378	381	389	609
800-900...	406	393	389	380	373	374	362	362	363	366	363	374	382	585
900-1000..	»	»	»	368	365	360	353	353	360	361	357	360	371	561

Eau $\left(\frac{1}{v}\frac{\Delta V}{\Delta p} = \mu\right)$. N° 4.

cal cal	0°,00.	2°,10.	4°,35.	6°,85.	10°,10.	14°,25.	20°,40.	29°,45.	40°,45.	48°,85.
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1-500.........	475	467	460	456	447	439	434	424	417	416
500-1000........	416	412	407	398	395	391	380	355	362	366
1000-1500........	358	358	355	354	348	344	338	337	330	325
1500-2000........	324	320	318	316	313	312	309	301	305	300
2000-2500........	292	291	289	289	289	281	278	274	275	275
2500-3000........	261	261	264	262	259	261	257	258	254	254

» *Variation du coefficient de compressibilité avec la pression.* — On voit que pour l'eau comme pour les autres liquides le coefficient de compressibilité décroît quand la pression croît; cette loi et celle relative à la diminution du coefficient angulaire des isothermes sont les deux seules pour lesquelles ce liquide ne fasse pas exception. Cette variation $\frac{\Delta\mu}{\Delta p}$ varie peu elle-même quand la température croît, elle paraît cependant diminuer d'abord légèrement pour augmenter ensuite; cette augmentation ne devient très sensible que pour la dernière isotherme (198°).

» Le Tableau suivant, spécialement dressé pour les pressions inférieures, montre que la décroissance du coefficient a lieu dès les pressions les plus faibles.

Eau $\left(\frac{1}{v}\frac{\Delta V}{\Delta p} = \mu\right)$. N° 5.

cal cal	0°,0.	5°,0.	10°,0.	15°,0.	20°,0.
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1-25....................	525	512	500	495	491
25-50....................	516	496	492	480	476
50-75....................	509	485	473	465	456
75-100....................	502	481	470	457	453
100-125....................	494	477	466	454	449
125-150....................	491	475	463	454	446
150-175....................	491	475	463	451	442
175-200....................	488	472	460	447	438

» *Variation du coefficient de compressibilité avec la température.* — On sait depuis longtemps déjà que le coefficient de compressibilité de l'eau, pour des pressions voisines d'une atmosphère, décroît quand la température augmente; cela résulte d'abord des nombres donnés par Grassi jusque vers 50°; plus tard, MM. Pagliani et Vicentini ont mis le fait hors de doute (*Annali R. Institut. technico Turin;* 1884), ils ont montré que cette décroissance s'arrête à une température à partir de laquelle le coefficient commence à croître, comme pour les acides liquides. Le Tableau n° 3

montre que le minimum ainsi produit se retrouve sous des pressions beaucoup plus fortes, mais l'effet est de moins en moins accentué, au fur et à mesure que la pression croît; cependant il est sensible dans toute l'étendue du Tableau.

» Pour les pressions supérieures, la température ne dépassant pas 50°, le Tableau n° 4 montre seulement la décroissance du coefficient; on voit qu'elle est de plus en plus faible et qu'entre 2500^{atm} et 3000^{atm} elle est devenue tout à fait insignifiante. On peut dire qu'à 3000^{atm} la perturbation a disparu, et l'on peut prévoir que, sous des pressions encore plus considérables, l'eau rentrerait dans le cas ordinaire des autres liquides.

» Le Tableau n° 3 montre que la température à laquelle le maximum a lieu ne paraît pas varier sensiblement avec la pression, elle paraît s'écarter très peu de 50°. En comparant les Tableaux n° 3 et n° 4, on voit pour cette température une tendance à passer par un maximum, mais l'effet n'est pas assez prononcé pour qu'on puisse regarder le fait comme certain. »

M. **Daubrée** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *N. Kokscharow*, Correspondant pour la Section de Minéralogie, décédé à Saint-Pétersbourg, le 2 janvier.

MEMOIRES LUS.

VITICULTURE. — *Strabon et le Phylloxera*. Mémoire de M. **E. de Mély**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie le résultat des expériences que j'ai faites dans mes vignes, depuis un an, d'après le traitement de Strabon, dont j'ai entretenu l'Académie en avril dernier. La partie de la vigne phylloxérée qui a été traitée est dans un état de vigueur remarquable. Je présente à l'Académie un sarment de vigne de $3^{m},50$ de longueur, d'une végétation puissante, cueilli sur un ceps phylloxéré et traité, ce qui prouve que le pétrole n'a nullement nui à la force de la plante. Quant au produit de la récolte, les chiffres comparatifs établissent jusqu'à présent l'efficacité du traitement. »

M. de Mély fait ensuite l'historique du traitement de la vigne par les bitumes. Théophraste, au IVe siècle avant J.-C., signale l'*ampelites*, dans son *Livre des pierres;* le remède est employé sans interruption jusqu'au moyen âge, ainsi que le prouvent des passages de Caton l'Ancien, de Dioscoride, de Galien, d'Ét. Teminy.

M. de Mély exprime le vœu que des expériences similaires soient faites sur plusieurs points phylloxérés, pour permettre d'établir la valeur réelle du traitement et d'indiquer le maximum de pétrole que peut supporter la vigne sans succomber.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. P. **Mercier** adresse une Note relative à des expériences concernant la résistance de l'air.

(Commissaires : MM. Fizeau, Lévy.)

M. D. **Catel** adresse un Mémoire relatif à un projet de ballon dirigeable.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

Le Comité organisateur du **Congrès international de Médecine** adresse une invitation à l'Académie, pour la Session qui doit être tenue à Rome, du 24 septembre au 1er octobre prochain.

M. **Hédon** adresse ses remerciements à l'Académie, pour la distinction accordée à ses travaux.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks* (19 *nov.* 1892), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. **O. Callandreau.** Communiqué par M. Tisserand.

Dates 1892.	Étoiles de comparaison.	Gr.	Comète — Étoile Æ.	Comète — Étoile Décl.	Nombre de compar.
Déc. 26....	*a* 1984 BD + 51°	9,4	$+ 2^{s},73$	$- 4'.43'',9$	4:4
26....	*a* Id.	»	+31,34	+ 13,0	4:4
28....	*b* 1815 BD + 56	8,4	+53,86	−13.24,6	4:4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1892.		Ascension droite moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Déc. 26...	*a*	$15^{h}.6^{m}.38^{s},71$	$+0^{s},44$	$+51°.31'.47'',8$	$-28'',7$	Cambridge Z, n° 4702
28...	*b*	15.33.23,66	−0,13	+55.52.33,5	−27,7	Helsingfors H, n° 8428

Positions apparentes de la comète.

Dates 1892.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Déc. 20.....	$16^{h}.57^{m}.33^{s}$	$15^{h}.6^{m}.41^{s},88$	$\bar{1},715_n$	$+51°.26'.35'',2$	0,201
26.....	17.55.22	15.7.10,49	$\bar{1},620_n$	+51.31.32,1	$\bar{1},855$
28.....	18.19.23	15.34.17,39	$\bar{1},652_n$	+55.38.41,2	$\bar{2},897$

ASTRONOMIE. — *Observations des phénomènes solaires, faites à l'observatoire du Collège romain pendant le troisième trimestre de* 1892. Note de M. **P. Tacchini.**

« Rome, 3 janvier 1893.

» J'ai l'honneur de transmettre à l'Académie nos résultats sur la distribution en latitude des phénomènes solaires, observés pendant le troisième trimestre 1892, qui se rapportent à chaque zone de 10° dans les deux hémisphères du Soleil.

1892.	Protubérances.		Facules.		Taches.		Éruptions.	
90° + 80°								
80 + 70	0,007							
70 + 60	0,114							
60 + 50	0,044							
50 + 40	0,048		0,004					
40 + 30	0,063	0,467	0,020					
30 + 20	0,083		0,097	0,502	0,078			
20 + 10	0,066		0,215		0,233	0,455	0,445	0,667
10 + 0	0,042		0,166		0,144		0,222	
0 — 10	0,067		0,081		0,045		0,000	
10 — 20	0,055		0,146		0,256		0,000	
20 — 30	0,101		0,170		0,222	0,545	0,222	0,333
30 — 40	0,109		0,089	0,498	0,022		0,111	
40 — 50	0,067	0,533	0,008					
50 — 60	0,117		0,004					
60 — 70	0,015							
70 — 80	0,001							
80 — 90	0,001							

» Les éruptions sont donc surtout rapprochées de l'équateur solaire, tandis que les autres phénomènes montent à des latitudes toujours plus élevées. Comme dans le trimestre précédent, les facules, les taches et les éruptions présentent leur maximum de fréquence presqu'à la même distance de l'équateur au nord et au sud, tandis que les protubérances ont leur maximum à une plus grande distance, dans des zones où il n'y a pas de taches ni d'éruptions. On peut remarquer aussi que, dans la zone équatoriale (+ 20° — 20°), où se trouvent les maxima des facules, des taches et des éruptions, on observe une fréquence relativement faible pour les protubérances, ce qui porte à considérer un grand nombre de protubérances comme le produit de conditions bien différentes par rapport à celles qui déterminent la production des taches dans la photosphère, tandis que les protubérances se forment simplement dans l'atmosphère du Soleil. C'est le cas du nuage que j'ai observé le 1er août 1892, à une distance du bord de 264″, et qui s'élevait encore de 100″, sans aucune altération correspondante à la surface du Soleil. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction des intégrales elliptiques.* Note de M. **J.-C. Kluyver**, présentée par M. Hermite.

« La réduction de l'intégrale

$$J = \int \frac{\varphi(x)}{\sqrt{f(x)}} dx,$$

où φ est une fonction rationnelle, f une forme binaire biquadratique, exige, suivant les anciennes méthodes, la résolution préalable de l'équation $f(x) = 0$. Or, comme on sait, l'introduction de la fonction p de M. Weierstrass, rend inutile cette opération; au contraire, les formules d'inversion telles qu'on les trouve dans l'admirable Traité d'Halphen ([1]) expriment les racines de f par les fonctions elliptiques. Toutefois, pour établir ces formules, il faut faire quelques calculs dont on n'aperçoit pas immédiatement le but. Je me propose d'obtenir ces formules par une voie différente en m'appuyant sur la substitution de M. Hermite ([2]).

» Posons

$$\begin{aligned} f(x) &= a_0 x^4 + 4a_1 x^3 + 6a_2 x^2 + 4a_3 x + a_4 \equiv a_x^4, \\ H(x) &= \tfrac{1}{2}(ab)^2 a_x^2 b_x^2, \\ F(x) &= \tfrac{1}{8}[f;\, H], \\ g_2 &= \tfrac{1}{2}(ab)^4, \\ g_3 &= \tfrac{1}{6}(bc)^2(ca)^2(ab)^2. \end{aligned}$$

» D'après des relations connues, on aura

$$f\frac{dH}{dx} - H\frac{df}{dx} = 2F, \qquad F^2 = -4H^3 + g_2 H f^2 - g_3 f^3,$$

et, si l'on prend $z = -\frac{H}{f}$, il en résulte

$$\frac{2\,dx}{\sqrt{f(x)}} = \frac{dz}{\sqrt{4z^3 - g_2 z - g_3}}.$$

» Voilà en quoi consiste la substitution de M. Hermite, immédiatement applicable à toute intégrale de la première espèce. Pour la réduction d'une intégrale quelconque, il faudrait encore résoudre l'équation biquadratique

---

([1]) *Traité des fonctions elliptiques,* t. I, p. 118; ou *Journal de l'École Polytechnique,* p. 171; 1884.

([2]) *Journal de Crelle,* t. 52, p. 1.

en x

(A) $$z = -\frac{H(x)}{f(x)}.$$

» C'est ce que M. Greenhill ([1]) a fait en introduisant les fonctions σ. On peut trouver cependant les quatre racines x_0, x_1, x_2, x_3 d'une manière plus élémentaire. A cet effet, prenons

$$z = \wp(2u+v), \qquad \sqrt{4z^3 - g_2 z - g_3} = \wp'(2u+v),$$

où la constante v a une valeur quelconque. Il s'ensuit

$$\frac{dx}{\sqrt{f(x)}} = du, \qquad \wp(2u+v) = -\frac{H(x)}{f(x)}.$$

» Considérons maintenant la forme biquadratique

$$f_1(y) = y^4 + 4y^3 - g_2 y - g_3,$$

et son hessien

$$H_1(y) = y^4 + \tfrac{1}{2} g_2 y^2 + 2 g_3 y + \tfrac{1}{16} g_2^2.$$

» Il est évident que les formes $f(x)$ et $f_1(y)$ ont les mêmes invariants que g_2 et g_3; donc il sera possible de satisfaire à l'égalité

$$\wp(2u+v) = -\frac{H(x)}{f(x)} = -\frac{H_1(y)}{f_1(y)}$$

par une substitution linéaire

(B) $$x = \frac{\alpha_1 y + \alpha_2}{\beta_1 y + \beta_2},$$

telle qu'on a $\alpha_1\beta_2 - \alpha_2\beta_1 = 1$.

» La nouvelle inconnue y se trouve en posant $y = \wp(w)$, ce qui donne

$$\wp(2u+v) = \wp(2w).$$

» Les racines de cette équation sont

$$w = \pm(u + \tfrac{1}{2}v) + m\omega + m'\omega';$$

on en déduit les quatre valeurs suivantes de y

$$y_0 = \wp(u + \tfrac{1}{2}v), \qquad y_1 = \wp(u + \tfrac{1}{2}v) + \omega,$$
$$y_2 = \wp(u + \tfrac{1}{2}v) + \omega'', \qquad y_3 = \wp(u + \tfrac{1}{2}v) + \omega'.$$

De ces expressions on peut conclure que chaque racine x de l'équation (A) est une fonction rationnelle de $\wp u$ et de $\wp' u$, et l'égalité (B) montre que cette fonction n'a que deux pôles.

([1]) *Proceedings of the London Math. Soc.*, t. XVII, p. 262.

» Cherchons ces huit pôles en mettant l'équation (A) sous la forme

$$x^4[a_0 \wp(2u+v) + H_0] + 4x^3[a_1 \wp(2u+v) + H_1] + \ldots = 0.$$

Il est visible que ce sont les huit racines de

$$\text{(C)} \qquad a_0 \wp(2u+v) + H_0 = 0.$$

» Disposons maintenant de la constante v en prenant

$$\wp v = -\frac{H_0}{a_0},$$

ce qui entraîne

$$\wp' v = \frac{F_0}{a_0\sqrt{a_0}}.$$

L'équation (C) devient

$$\wp(2u+v) - \wp v = 0,$$

dont on reconnaît sans peine les racines. Or il s'agit maintenant d'attribuer ces pôles deux par deux aux quatre racines x_0, x_1, x_2, x_3, et si on les fait correspondre dans cet ordre à y_0, y_1, y_2, y_3, on y parvient évidemment en groupant les pôles de la manière suivante :

$$0, \ -v; \quad \omega, \ \omega - v; \quad \omega'', \ \omega'' - v; \quad \omega', \ \omega' - v.$$

» La connaissance des pôles permet d'exprimer les racines x par l'argument u. La racine x_0, par exemple, ayant les deux pôles 0 et $-v$, est nécessairement de la forme

$$x_0 = A\frac{\wp' u - \wp' v}{\wp u - \wp v} + B,$$

et, puisque x_0 dépend de y_0 comme x_1 de y_1, on aura aussi

$$x_1 = A_1\frac{\wp'(u+\omega) - \wp' v}{\wp(u+\omega) - \wp v} + B,$$

et ainsi de suite.

» Il ne reste qu'à calculer les constantes A et B. Dans ce but, on fait converger vers zéro l'argument u dans l'équation (A) qui est identiquement satisfaite par x_0 et qu'on met sous la forme

$$\text{(D)} \quad \left\{ \begin{aligned} & x_0 a_0[\wp(2u+v) - \wp v] \\ & \quad + 4[a_1 \wp(2u+v) + H_1] + \frac{6}{x_0}[a_2 \wp(2u+v) + H_2] + \ldots = 0. \end{aligned} \right.$$

Mais, u convergeant vers zéro, on aura

$$x_0 = \frac{1}{u}(Bu - 2A),$$

$$\wp(2u+v) - \wp v = 2u\wp' v + 2u^2 \wp'' v, \qquad \frac{1}{x_0} = -\frac{u}{2A}.$$

» Si l'on ne retient dans l'identité (D) que les termes constants et ceux qui contiennent la première puissance de u, on trouve les deux équations suivantes, qui fournissent les valeurs de A et de B,

$$-4a_0 A \wp' v + 4a_1 \wp v + 4H_1 = 0,$$

$$2a_0 B \wp' v - 4a_0 A \wp'' v + 8a_1 \wp' v - \frac{6}{2A}(a_2 \wp v + H_2) = 0;$$

d'où il résulte, en définitive,

$$A = \frac{1}{2\sqrt{a_0}}, \qquad B = -\frac{a_1}{a_0},$$

et dès lors

$$(E) \quad \begin{cases} x_0 = \dfrac{1}{2\sqrt{a_0}} \dfrac{\wp' u - \wp' v}{\wp u - \wp v} - \dfrac{a_1}{a_0}, \\ x_1 = \dfrac{1}{2\sqrt{a_0}} \dfrac{\wp'(u+\omega) - \wp' v}{\wp(u+\omega) - \wp v} - \dfrac{a_1}{a_0}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

» On a ainsi retrouvé les solutions de l'équation (A) données, sous une forme quelque peu différente, par M. Greenhill. Pour résoudre les équations $f(x) = 0$ et $F(x) = 0$, il suffit d'attribuer à l'argument u des valeurs particulières qu'il est inutile d'indiquer. En même temps, on a effectué la réduction de l'intégrale J; en effet, en employant indifféremment une des quatre formules (E), par exemple la première, on peut écrire

$$J = \int \frac{\varphi(x)}{\sqrt{f(x)}} dx = \int \varphi\left(\frac{1}{2\sqrt{a}} \frac{\wp' u - \wp' v}{\wp u - \wp v}\right) du.$$

» C'est la formule d'inversion d'Halphen, déduite de la substitution de M. Hermite. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la variation thermique de la résistance électrique du mercure.* Note de M. **Ch.-Ed. Guillaume**, présentée par M. Cornu.

« MM. Kreichgauer et Jäger viennent de publier ([1]) le résultat de leurs mesures relatives à la variation thermique de la résistance du mercure. Ces mesures, exécutées à l'Institut physico-technique de l'empire d'Allemagne, ont conduit à une formule très voisine de celle que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans sa séance du 12 septembre 1892, ce que les auteurs font remarquer dans leur Mémoire; dans son rapport,

---

([1]) *Annales de Wiedemann,* t. XLVII, p. 513; décembre 1892.

présenté dernièrement au Reichstag, M. von Helmholtz insiste aussi sur cette concordance. Je me propose de montrer que l'accord entre nos deux formules est encore plus parfait qu'on ne pourrait le croire à première vue.

» La formule moyenne que j'ai donnée pour la résistance vraie du mercure en fonction du thermomètre à hydrogène est la suivante

$$(1) \qquad \rho_T = \rho_0(1 + 0{,}000\,888\,1\,T + 0{,}000\,001\,01\,T^2);$$

elle a été établie par 64 séries de mesures uniformément réparties entre 0° et 62°.

» MM. Kreichgauer et Jäger donnent la formule

$$(2) \qquad \rho_T = \rho_0(1 + 0{,}000\,882\,7\,T + 0{,}000\,001\,26\,T^2),$$

trouvée comme résultat moyen des mesures faites sur cinq étalons mercuriels, entre 14°,7 et 28°,2 combinées avec les comparaisons à 0°.

» Les valeurs calculées par les formules (1) et (2) se croisent vers 22° et divergent au maximum de 0,000 03 entre 0° et 25°.

» Si l'on range par ordre de températures croissantes les erreurs résiduelles des comparaisons de MM. Kreichgauer et Jäger, on forme le Tableau suivant, dans lequel l'unité est le cent millième :

	Copies mercurielles.					
Températures.	N° 100.	N° 111.	N° 114.	N° 115.	N° 118.	Moyennes.
14,7°	0	»	— 3	»	— 2	— 2
16,3	— 4	{ — 1, 0, — 3 }	— 2	{ — 1, + 2 }	— 8	— 2
19,5	— 3	— 1	+ 2	»	+ 3	0
23,2	+ 4	+ 2	»	+ 1	»	+ 2
23,5	+ 3	+ 1	»	0	»	+ 1
28,2	— 1	— 4	»	{ — 1, — 2 }	»	— 2

» La répartition des erreurs résiduelles montre que les observations seraient mieux représentées par une courbe plus droite, c'est-à-dire par une formule dans laquelle le terme en T^2 serait plus petit. Les comparaisons à 0°, ayant été faites dans un autre groupe d'expériences, ne doivent pas être admises à égalité dans l'établissement de la formule.

» Or on sait que le coefficient du terme en T^2 est déterminé, toutes choses égales d'ailleurs, avec une précision proportionnelle au carré de l'intervalle de température dans lequel on a opéré; ce fait, rapproché de la

répartition des erreurs résiduelles, amène à considérer le coefficient quadratique de la formule (1) comme plus probable que celui de la formule (2).

» Considérons une certaine fonction expérimentale E_t d'une variable t donnée par

$$(3) \qquad E_t = E_0(1 + \alpha t + \beta t^2),$$

et supposons que des mesures indépendantes fassent envisager un certain coefficient β' comme plus probable que β. On sera conduit à adopter, au lieu de α, une valeur α', telle que la fonction

$$(4) \qquad E'_t = E_0(1 + \alpha' t + \beta' t^2)$$

se rapproche le plus possible de E_t entre certaines valeurs de t, par exemple entre les limites extrêmes des expériences. Si l'on pose la condition

$$\int_{t_1}^{t_2} (E'^2_t - E^2_t)\, dt = \text{minimum},$$

on trouve

$$\alpha' = \alpha + \frac{3}{4}(\beta - \beta') \frac{t_2^4 - t_1^4}{t_2^3 - t_1^3}.$$

» Si, donc, on considère le coefficient β de la formule (1 comme exact, on sera conduit à appliquer au coefficient α de la formule (2) la correction

$$\Delta\alpha = \frac{3}{4}(0{,}000\,000\,25) \frac{(28{,}2)^4 - (14{,}7)^4}{(28{,}2)^3 - (14{,}7)^3} = 0{,}000\,005\,7.$$

» Le nouveau coefficient α sera 0,000 888 4; il diffère de $\frac{1}{3000}$ seulement de celui que j'ai trouvé. Cet accord est d'autant plus remarquable que les mesures ont été faites avec du mercure purifié par des procédés différents, contenu le mien dans du verre dur français, celui de MM. Kreichgauer et Jäger dans du verre d'Iéna. J'ai exécuté mes comparaisons par deux méthodes dérivées de celle du pont de Wheatstone, tandis qu'à Berlin on s'est servi de la dérivation croisée; j'ai employé les contacts Benoît modifiés, tandis que les étalons de l'Institut physico-technique ont leurs contacts soudés dans le verre. La concordance des résultats, qui, étant donné le grand nombre des observations, ne peut pas être due à un simple hasard, montre quelle confiance peuvent inspirer les étalons mercuriels convenablement manipulés.

» MM. Kreichgauer et Jäger pensent qu'il y aurait lieu déjà d'introduire un terme en T^3 dans la formule qui représente la résistance du mer-

cure; je crois que cette complication serait prématurée, car les erreurs résiduelles de mes observations ne présentent pas la plus légère répartition systématique. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mesure de la puissance dans les courants polyphasés.* Note de M. **Blondel**, présentée par M. A. Cornu.

« Je me propose ici d'indiquer, sans aucune hypothèse restrictive, l'expression de la puissance dans le cas général des courants polyphasés. Considérons n conducteurs, AA′, BB′, CC′, ..., aboutissant aux n bornes A, B, C, ..., d'un appareil dans l'intérieur duquel les circuits peuvent affecter une forme quelconque plus ou moins compliquée; ces conducteurs, qu'on peut appeler *conducteurs principaux,* sont parcourus par un nombre quelconque de courants indépendants et suivant des lois quelconques.

» Désignons, à chaque instant i, par i_a, i_b, ..., les intensités dans chacun d'eux, et par v_a, v_b, ..., les potentiels aux bornes A, B, C, ...

» La somme *algébrique* des courants dans les n conducteurs est nulle à chaque instant :

$$\Sigma i_a = 0.$$

» L'énergie dépensée pendant le temps dt par chaque courant i_a est égale au produit de la quantité d'électricité qui disparaît, $i_a\,dt$, par le potentiel correspondant v_a. La puissance instantanée des n courants est donc

$$p = \Sigma i_a v_a. \tag{1}$$

» Au lieu des potentiels absolus, on peut introduire les différences de potentiels entre les bornes et un même point M quelconque (ayant pour potentiel v), grâce à l'identité

$$\Sigma i_a v = v \Sigma i_a = 0,$$

qui permet d'écrire immédiatement

$$p = \Sigma i_a (v_a - v). \tag{2}$$

Supposons qu'il s'agisse de courants alternatifs polyphasés : alors les intensités et les tensions sont toutes des fonctions périodiques, admettant une même période T. La puissance moyenne sera donc

$$P = \frac{1}{T}\int_0^T P\,dt = \Sigma \frac{1}{T}\int_0^T i_a (v_a - v)\,dt. \tag{3}$$

» Pour la mesurer pratiquement il suffira de déterminer, à la façon

habituelle, à l'aide d'un wattmètre ou par les autres méthodes connues, chacune des puissances partielles

$$\frac{1}{T}\int_0^T i_a(v_a - v)\,dt,$$

et d'additionner les n lectures algébriquement.

» Dans toutes ces mesures, il faut en outre choisir le point commun M, de façon qu'aucune des liaisons successivement introduites ne modifie les valeurs relatives des potentiels v_a, V_b, ..., et v, et la répartition des courants.

» Ce résultat ne peut être obtenu qu'en prenant M sur le réseau lui-même ou sur une dérivation spéciale invariable, selon l'un des deux procédés suivants :

» 1° *Point commun* M *sur le réseau*. — Si les mesures sont faites à l'aide d'un électromètre, par la méthode de M. Potier ou par les méthodes analogues, il n'y a aucune liaison nouvelle introduite entre le point M et les bornes A, B, C, ..., mais on intercale successivement dans chaque conducteur principal une résistance additionnelle susceptible de modifier la répartition des courants; on devra donc rétablir la symétrie par l'introduction de résistances équivalentes dans tous les conducteurs.

» Si, comme cela est préférable ici, on emploie un wattmètre à deux bobines, type Zipernowsky, on fera dans chaque mesure passer l'un des courants i_a dans la bobine à gros fil, en même temps qu'on intercalera la bobine à fil fin entre la borne correspondante A et le point M choisi. Pour éviter que cette dérivation ne modifie sensiblement les potentiels, il suffira de lui donner, comme avec les courants alternatifs simples, une résistance morte assez grande pour que le courant dérivé soit très faible à côté de ceux sur lesquels il se greffe (et pour que le décalage du courant dérivé soit négligeable).

» Pour réduire à $n-1$ seulement le nombre des mesures, il convient de prendre comme point commun l'une des bornes même de l'appareil, A par exemple. On a alors

$$p = (v_b - v_a)i_b + (v_c - v_a)i_c + \ldots, \tag{4}$$

expression qu'on aurait pu obtenir directement en considérant le conducteur AA′ comme le retour des $n-1$ autres.

» 2° *Point commun* M *au centre d'une dérivation étalée*. — Cette dérivation s'obtient en établissant, entre les bornes et un point extérieur quelconque M, n circuits AM, BM, ..., formés chacun d'une même résistance morte considérable R.

» Si les n mesures sont faites à l'aide de l'électromètre, on n'introduira aucune liaison nouvelle entre M et les bornes, et la seule cause d'erreur restera celle que j'ai signalée plus haut.

» Si l'on emploie au contraire le wattmètre, il suffira d'intercaler la bobine à fil fin successivement dans chaque branche de la dérivation étoilée, en ayant soin que la résistance choisie R soit suffisamment grande et en intercalant au besoin dans chaque dérivation une bobine égale à celle du wattmètre.

» Cette seconde méthode est néanmoins beaucoup plus compliquée que la première, et je ne l'indique guère qu'à cause de son intérêt théorique et de la forme très symétrique qu'elle permet de donner à la puissance. En effet, les courants dans chaque dérivation ont pour valeurs instantanées $\frac{v_a - v}{R}$, $\frac{v_b - v}{R}$, ..., et, comme leur somme algébrique au point M est identiquement nulle, on a

$$\Sigma(v_a - v) = 0; \qquad \text{d'où} \qquad v = \frac{1}{n}\Sigma v_a.$$

la puissance peut donc s'écrire

$$(5) \qquad p = \Sigma i_a\left(v_a - \frac{1}{n}\Sigma v_a\right).$$

» Pour simplifier ces mesures, on peut toujours imaginer un instrument capable de donner la puissance au moyen d'une seule lecture; il suffit pour cela de constituer un wattmètre comprenant n ou $n - 1$ paires de bobines indépendantes (n'ayant pas d'induction mutuelle sensible), et de fixer toutes les bobines mobiles sur un axe commun, dont le couple de torsion se mesure à la manière habituelle.

» Les formules de puissance récemment indiquées pour les courants triphasés, et démontrées seulement au prix de certaines hypothèses sur la forme du circuit, ne sont que des cas particuliers de la formule générale (2).

» En effet, en réduisant à trois le nombre des conducteurs, la formule (5) devient

$$(6)\, p = i_a\left(v_a - \frac{v_a + v_b + v_c}{3}\right) + i_b\left(v_b - \frac{v_a + v_b + v_c}{3}\right) + i_c\left(v_c - \frac{v_a + v_b + v_c}{3}\right),$$

ou, si l'on désigne par e_α, e_β, e_γ les différences de potentiel entre les conducteurs principaux deux à deux, c'est-à-dire

$$e_\alpha = v_a - v_b; \qquad e_\beta = v_b - v_c; \qquad e_\gamma = v_e - v_a,$$

on peut écrire

$$(7) \qquad p = \frac{1}{3}\left[i_a(e_\alpha - e_\gamma) + i_b(e_\beta - e_\alpha) + i_c(e_\gamma - e_\beta)\right],$$

formule indiquée par M. Gœrges et qui est, comme on le voit, plus compliquée que celle (6) d'où on la déduit.

» En second lieu, l'expression (4) devient ici

$$(8) \qquad p = i_b(v_b - v_a) + i_c(v_c - v_a),$$

formule indiquée récemment par M. Behn-Eschenburg, puis par M. Aron. La démonstration précédente est plus générale que celles données jusqu'ici, puisqu'elle ne suppose rien sur la forme des circuits d'utilisation; elle s'applique en particulier tout aussi bien aux courants diphasés à trois fils qu'aux courants triphasés. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier* 1893. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« *Parc Saint-Maur.* — Les observations magnétiques sont continuées avec les mêmes appareils et réduites d'après les mêmes méthodes que les années précédentes. Les courbes de variations, relevées régulièrement, sont dépouillées pour toutes les heures, et les repères sont vérifiés chaque semaine par des mesures absolues effectuées sur le pilier du jardin, maintenant abrité par une cabane vitrée. D'un autre côté, la sensibilité des trois appareils de variations est vérifiée également, au moyen de graduations, répétées vers le commencement et le milieu de chaque mois.

» Les valeurs absolues des éléments magnétiques, au 1er janvier 1893, sont déduites de la moyenne des observations horaires obtenues dans les journées des 31 décembre 1892 et 1er janvier 1893, et rapportées à des mesures absolues faites entre le 27 décembre et le 3 janvier.

» La variation séculaire des différents éléments en 1892 résulte de la comparaison entre les valeurs suivantes et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1892 (1) :

(1) *Comptes rendus*, t. CXIV, 1892; p. 31.

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1893.	Variation séculaire en 1892.
Déclinaison................	15°24′,3	−6′,4
Inclinaison.................	65° 8′,5	−0′,5
Composante horizontale......	0,19596	+0,00016
Composante verticale........	0,42297	+0,00019
Force totale................	0,46616	+0,00024

» L'Observatoire du Parc Saint-Maur est situé par 0°9′23″ de longitude est, et 48°48′34″ de latitude nord.

» *Perpignan.* — Les valeurs des éléments magnétiques à l'observatoire de Perpignan, dirigé par M. le Dr Fines, ont été déduites, par la même méthode, de la moyenne des observations horaires rapportée à des mesures absolues :

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1893.	Variation séculaire en 1892.
Déclinaison................	14°12′,9	−5′,9
Inclinaison.................	60°13′,3	−1′,8
Composante horizontale......	0,22278	+0,00030
Composante verticale........	0,38933	+0,00003
Force totale................	0,44856	+0,00017

» L'Observatoire météorologique et magnétique de Perpignan est situé par 0°32′45″ de longitude est et 42°42′8″ de latitude nord. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la purification du zinc arsénical.* Note de M. **H. Lescœur**, présentée par M. Troost.

« 1. Le zinc du commerce est toujours impur et contient notamment de l'arsenic, du soufre et quelquefois de l'antimoine et du phosphore. La présence de ces corps offre des inconvénients dans certaines opérations et principalement en Chimie légale.

» Trois procédés de purification ont été indiqués : 1° la fusion avec du nitre; 2° le traitement par le sel ammoniac (Selmi); 3° le traitement par le chlorure de magnésium (1) (L'Hote).

» 2. Pour s'assurer de la pureté du zinc, on peut employer l'appareil

(1) L'Hote, *Sur la purification du zinc arsénifère* (*Comptes rendus,* t. XCVIII, p. 1490).

de Marsh. On découvre ainsi l'arsenic et l'antimoine; mais le soufre et le phosphore échappent. Il est préférable d'utiliser la réaction du nitrate d'argent sur les hydrures de ces métalloïdes.

» On met environ 1^{gr} du métal à essayer dans un petit flacon et l'on y ajoute 10^{cc} environ d'acide chlorhydrique pur et dilué, $d = 1,036$. L'orifice du flacon est recouvert d'une feuille de papier Berzélius, humectée d'une goutte de nitrate d'argent en solution saturée. Si le zinc renferme de l'arsenic, de l'antimoine, du soufre ou du phosphore, l'hydrogène qui se dégage réduit le sel d'argent ou le sulfure en produisant une tache noire. S'il ne se produit aucune coloration après quelque temps, on peut être assuré de la pureté du métal relativement aux éléments précités.

» 3. On constate ainsi qu'il n'est pas *en général* possible de purifier complètement le zinc par les méthodes indiquées plus haut, si on les applique isolément.

» On a mélangé du zinc grenaillé avec du nitre et chauffé dans un creuset de terre jusqu'à déflagration. Le métal restant s'est toujours montré arsénical, même après plusieurs traitements.

» De même, après fusion répétée avec le sel ammoniac ou le chlorure de magnésium, le zinc contenait toujours du soufre ou du phosphore.

» 4. Il a paru, d'après ces résultats, que le premier traitement (action du nitre) était surtout efficace vis-à-vis du soufre et du phosphore et que la seconde méthode (sel ammoniac ou chlorure de magnésium) enlevait au contraire l'arsenic et l'antimoine, mais n'avait aucun effet sur le soufre et le phosphore : ce qui engageait à alterner le traitement pour obtenir de meilleurs résultats. L'expérience a vérifié ces prévisions. Il a suffi de fondre avec du nitre le métal précédemment traité par le sel ammoniac et de traiter par le sel ammoniac, le métal ayant subi l'action du nitre, pour obtenir un produit parfaitement purifié, du moins ne contenant plus aucune trace d'arsenic, d'antimoine, de soufre et de phosphore.

» Nous avons dit qu'un double traitement est nécessaire, *en général*. Nous avons trouvé cependant dans le commerce des lots de zinc qu'un traitement unique par le sel ammoniac suffisait à purifier. Ils ne contenaient ni soufre, ni phosphore. Renseignements pris, c'étaient des lingots obtenus par fusion de vieilles lames de toiture. Il est vraisemblable que c'est dans le chauffage au contact de l'air que le métal en lames minces s'était affiné et avait perdu son soufre et son phosphore, par une opération fort analogue à la fusion avec le nitre.

» 5. L'emploi du sel ammoniac, qu'il faut introduire dans le métal

fondu, s'accompagne souvent de projections. Le chlorure de magnésium se prépare et se conserve difficilement. Mais on peut remplacer avantageusement ces deux agents par le chlorure de zinc. Fondu avec le métal, ce produit donne lieu à un dégagement de vapeur à odeur alliacée, indice du départ de l'arsenic. La réaction est la suivante :

$$3ZnCl^2 + 2As = 2AsCl^3 + 3Zn.$$

» 6. En résumé, le zinc destiné aux opérations de toxicologie peut être obtenu au moyen du zinc du commerce par un double traitement : 1° une oxydation par le nitre; 2° une fusion avec le chlorure de zinc.

» Le métal ainsi préparé est entièrement privé d'arsenic, d'antimoine, de soufre et de phosphore. Il contient du fer, du plomb, du cuivre, etc. Mais la présence de ces métaux n'a point d'inconvénients dans les cas ordinaires. Au contraire, elle est favorable en facilitant l'attaque du métal par l'acide et le dégagement de l'hydrogène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons de la quinoléine avec les sels halogénés d'argent.* Note de M. **Raoul Varet.**

« Dans de précédentes Communications (*Comptes rendus*, 1891 et 1892), j'ai étudié l'action de la pyridine et de la pipéridine sur les sels halogénés d'argent; j'ai montré combien est différente la façon dont ces deux bases se comportent. J'ai poursuivi ces recherches en examinant l'action, sur les mêmes sels, de la quinoléine qui présente, comme chacun sait, des relations étroites avec la pyridine et la pipéridine.

» I. *Argentocyanure de quinoléine.* — La quinoléine, chauffée vers 60°, dissout abondamment le cyanure d'argent, sans que cette dissolution soit accompagnée d'une réduction notable. Par refroidissement, il se dépose de gros cristaux transparents. Essorés entre des doubles de papier, ils répondent à la formule

$$AgCAz, 2C^9H^7Az.$$

Ce corps est décomposable par l'eau et par la chaleur. Il est très soluble dans la quinoléine légèrement chauffée; mais si l'on élève la température, le cyanure d'argent se précipite sous forme d'un abondant dépôt floconneux.

» II. *Argentochlorure de quinoléine.* — La quinoléine ne dissout que des traces de chlorure d'argent; mais, si dans cette base on projette par très petites quantités ce sel très finement pulvérisé et que l'on abandonne le mélange à l'abri de la lumière, après l'avoir chauffé au bain-marie pendant une heure, on constate que le chlorure

d'argent augmente considérablement de volume et se transforme peu à peu en fines aiguilles, qui répondent à la formule

$$AgCl, C^9H^7Az.$$

La quinoléine ne dissout que des traces de ce corps. Il est décomposable par l'eau et par la chaleur; très altérable à l'air et à la lumière.

» III. *Argentobromure de quinoléine.* — Dans de la quinoléine parfaitement desséchée, on projette par très petites quantités du bromure d'argent réduit en poudre impalpable, et aussi peu altéré que possible. Une notable élévation de température se produit et le bromure d'argent s'agglomère en grains très durs. On le pulvérise de nouveau et, après l'avoir additionné d'un excès de quinoléine, on l'abandonne à l'abri de l'air et de la lumière. Au bout de trois semaines, le bromure d'argent est complètement transformé en fines aiguilles transparentes. Elles répondent à la formule

$$AgBr.C^9H^7Az.$$

» Ce corps noircit à l'air. Il est très facilement décomposé sous l'influence de l'eau et de la chaleur.

» IV. *Argentoiodure de quinoléine.* — On triture, dans un mortier, de l'iodure d'argent bien sec, additionné de quinoléine. Le mélange est ensuite chauffé au bain-marie pendant une heure; trituré de nouveau et abandonné à l'obscurité pendant quinze jours. L'iodure d'argent perd peu à peu sa couleur jaune, augmente de volume et se transforme en une poudre blanche amorphe. Essorée entre des doubles de papier, elle répond à la formule

$$AgI.C^9H^7Az.$$

» Ce corps est décomposable par l'eau. Il perd toute sa quinoléine lorsqu'on le chauffe progressivement, et il reste de l'iodure d'argent inaltéré.

» *Conclusions :* 1. La quinoléine en excès, agissant sur les chlorure, bromure et iodure d'argent, fournit des combinaisons contenant une molécule de base pour une molécule de sel.

» Ces composés sont plus stables que ceux obtenus avec la pyridine; ce qui est probablement dû à ce que, à la température ordinaire, la tension de vapeur de la pyridine est considérable.

» Les combinaisons engendrées par la pyridine et la quinoléine, bases tertiaires, sont moins stables que celles fournies par la pipéridine, base secondaire.

» 2. Les chlorure, bromure, iodure d'argent ne sont pas dissous par la quinoléine, contrairement à ce qui se produit avec la pyridine et la pipéridine. Ce fait est probablement dû à la présence du noyau benzénique qui existe dans la quinoléine.

» 3. Quant au cyanure d'argent, il se dissout très facilement dans la quinoléine et il donne une combinaison contenant deux molécules de

base pour une de sel. Elle est du même type que celle engendrée par la pipéridine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dipropylurée et dipropylsulfourée symétriques.* Note de M. F. Chancel, présentée par M. Friedel.

« *Dipropylurée* $CO = (AzHC^3H^7)^2$. — J'ai préparé ce corps par l'action de l'isocyanate de propyle sur la monopropylamine aqueuse. On verse lentement l'isocyanate dans la base, la réaction est instantanée et accompagnée d'un fort dégagement de chaleur. J'ai opéré avec de l'isocyanate de propyle mélangé d'iodure de propyle, et cela a eu pour inconvénient que cet iodure a réagi sur la monopropylamine pour donner de l'iodhydrate de dipropylamine. J'ai pu séparer l'urée de ce dernier corps en utilisant leur grande différence de solubilité dans l'eau. L'iodhydrate est très soluble, on l'enlève par un lavage; l'urée qui reste est dissoute dans l'eau chaude; on a par refroidissement des paillettes blanches à éclat micacé.

» Le mode de préparation de ce corps montre bien que l'on est en présence de la dipropylurée symétrique; du reste, j'ai déjà obtenu la dipropylurée dissymétrique, qui est bien différente de celle-ci [1]. Tandis que la dissymétrique donne des sels, en particulier un oxalate neutre bien cristallisé, celle-ci paraît ne pas vouloir se combiner aux acides; elle se dissout bien dans l'acide acétique cristallisable, mais l'eau la reprécipite, elle cristallise également dans une solution d'acide oxalique. On est donc en présence de deux isomères bien différents.

» Cette dipropylurée fond à 104° et bout à 255°; nous avons vu qu'elle était peu soluble dans l'eau froide; elle l'est un peu plus dans l'eau chaude; ses meilleurs dissolvants sont l'alcool et l'éther.

» *Dipropylsulfourée* $CS = (AzHC^3H^7)^2$. — Si l'on verse de la propylamine sèche dans du sulfure de carbone, il y a réaction immédiate et dégagement considérable de chaleur; quand on a versé lentement 2 molécules de propylamine dans 1 molécule de sulfure de carbone, on a, après refroidissement, une masse solide très facilement fusible; cette masse, abandonnée pendant environ huit heures à la température de 100°-110°, perd de l'hydrogène sulfuré et l'on obtient la dipropylsulfourée symétrique. On la purifie en la dissolvant dans l'eau chaude; par refroidissement, on a des lamelles brillantes ressemblant tout à fait à la dipropylurée symétrique.

» La dipropylsulfourée se rapproche également de la dipropylurée par son peu de solubilité dans l'eau froide, elle est un peu plus soluble dans l'eau chaude, et notablement dans l'alcool. Elle fond à 68°.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXV, p. 242; 1892.

» L'acide azotique concentré l'oxyde même à froid, et j'ai pu me servir de cette réaction pour doser le soufre ([1]). »

PHYSIOLOGIE. — *D'une substance dérivée du chloral ou* chloralose, *et de ses effets physiologiques et thérapeutiques.* Note de MM. **Hanriot** et **Ch. Richet**, présentée par M. Armand Gautier.

« En cherchant des substances qui soient de nature, par leur dédoublement graduel, à donner lentement du chloral dans l'organisme, nous avons d'abord étudié les chloralides, et en particulier la chloralide lactique. Mais, contrairement à nos prévisions, la chloralide lactique n'a aucune propriété hypnotique. Elle produit des troubles graves, attaques épileptiformes avec sécrétion bronchique intense et asphyxie.

» Nous avons, au contraire, obtenu d'excellents résultats avec un corps qui résulte de la combinaison du chloral avec le glucose, anhydroglucochloral, que nous proposons d'appeler *chloralose*.

» Ce corps avait déjà été indiqué par M. Hefter (*Ber. d. d. ch. Gesells.*, p. 1050, 1889), qui en avait décrit quelques propriétés, mais qui, ne l'ayant sans doute pas obtenu à l'état de pureté suffisante, l'avait considéré comme très toxique.

» On peut le préparer de la façon suivante :

» On mélange dans un matras quantités égales de chloral anhydre et de glucose sec, et on chauffe à 100° pendant une heure. Le tout se prend par refroidissement en une masse épaisse qu'on traite par un peu d'eau, puis par de l'éther bouillant. En reprenant les parties solubles dans l'éther, puis en les additionnant d'eau, et en distillant cinq ou six fois avec de l'eau, jusqu'à ce que tout le chloral ait été chassé, on obtient finalement un résidu dont on peut séparer par des cristallisations successives *un corps* α, peu soluble dans l'eau froide, assez soluble dans l'eau chaude et dans l'alcool, et *un corps* β difficilement soluble même dans l'eau chaude. Le rendement en corps α est environ de 3 pour 100.

» Le corps α cristallise en fines aiguilles qui fondent à 184°-186°; il se volatilise sans décomposition, et, d'après son analyse, il répond à la formule $C^8H^{11}Cl^3O^6$. Traité par la potasse, il ne donne pas de glucose, contrairement à l'opinion de M. Hefter. Avec l'acide sulfurique on obtient un composé disulfurique, et avec l'anhydride acétique, un composé tétracétylé.

» Le corps β cristallise en belles lamelles nacrées qui fondent à 229°.

([1]) Travail fait à la Faculté des Sciences de Marseille, laboratoire de M. Duvillier.

» Nous proposons d'appeler *chloralose* le corps α, et *parachloralose* le corps β.

» Nos recherches de Physiologie et de Thérapeutique ont porté sur le chloralose qui est soluble, tandis que nous n'avons pu constater que l'inactivité du parachloralose, due sans doute à son insolubilité dans l'eau.

» Les propriétés physiologiques du chloralose sont très intéressantes; car c'est une substance qui a deux effets qui paraissent contradictoires. *Elle est hypnotique, et elle augmente l'excitabilité de la moelle épinière.*

» Si l'on donne, par ingestion stomacale, à un chien (de 10^{kg}) une dose de 2^{gr} à 3^{gr} de chloralose, au bout de dix à quinze minutes, on le voit chanceler, trébucher, comme s'il était ivre, puis il s'endort d'un profond sommeil qui dure plusieurs heures. Ce sommeil ne ressemble pas au sommeil chloralique, car les réflexes ne sont ni abolis, ni diminués; ils sont plutôt exagérés, comme si l'abolition momentanée des fonctions psychiques cérébrales coïncidait avec une exaltation des fonctions médullaires.

» Nous avons pu donner par ingestion stomacale $0^{gr},6$ de chloralose par kilogramme à des chiens sans entraîner la mort, mais seulement l'anesthésie. D'autre part, la dose à laquelle le chloralose commence à manifester son action hypnotique est d'environ $0^{gr},02$ par kilogramme. C'est donc une substance bien plus active que le chloral qui à cette dose est inefficace, et on peut en conclure qu'il n'agit pas par son dédoublement en chloral, puisque $0^{gr},02$ de chloralose ne peuvent, en se dédoublant totalement, donner que $0^{gr},01$ de chloral.

» Ayant acquis la preuve de la non-toxicité du chloralose ([1]) à faibles doses, nous avons alors pris cette substance nous-mêmes à doses croissantes, de $0^{gr},05$ à $0^{gr},10$; puis $0^{gr},25$, $0^{gr},50$ et $0^{gr},75$, et nous avons constaté qu'elle n'avait pas d'effet toxique, mais qu'aux doses de $0^{gr},30$ environ et au-dessus, elle possédait un précieux pouvoir hypnotique.

» MM. Landouzy et R. Moutard-Martin en ont pu donner à quelques malades atteints d'insomnie rebelle, et ils ont constaté, depuis cinq mois environ qu'ils ont fait les premières tentatives, les faits suivants :

» 1° On peut sans danger donner le chloralose à des doses ne dépassant pas $0^{gr},8$; et l'on ne constate au réveil aucun trouble digestif, aucune céphalalgie, aucun phénomène d'intoxication.

» 2° Une dose de 1^{gr} est une forte dose. Il vaut mieux donner des doses allant de $0^{gr},20$ (minimum) à $0^{gr},75$. A $0^{gr},50$, on provoque un sommeil

---

([1]) Chez les oiseaux et chez les chats, il paraît être toxique à dose plus faible que chez les chiens, et il ne faut pas dépasser la dose de $0^{gr},1$ par kilogramme.

profond et calme, même chez les individus ayant vainement eu recours à d'autres agents hypnotiques.

» D'autres observations, trop peu nombreuses pour être mentionnées encore, semblent établir que le chloralose agit comme analgésique, et que, dans les affections douloureuses diverses, il est d'un grand secours.

» En tout cas, il nous est permis d'affirmer que c'est une substance hypnotique qui n'offre ni inconvénient ni danger, aux doses que nous indiquons (1). »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *De la phagocytose observée, sur le vivant, dans les branchies des Mollusques lamellibranches* (2). Note de M. DE BRUYNE.

« Dans une Communication faite le 3 novembre 1891 (*Annales de la Faculté de Médecine de Gand*), j'ai signalé, en passant, des phénomènes de phagocytose, constatés dans l'épithélium vibratil normal des branchies et du manteau de Mollusques lamellibranches; ces observations avaient porté exclusivement sur des préparations fixées. Depuis lors, j'ai étudié le phénomène sur le vivant, en opérant sur quatre Mollusques très communs : la *Moule,* l'*Unio,* l'*Anodonte,* qui conviennent très bien à ce genre d'observation, et l'*Huître* qui s'y prête beaucoup moins, probablement à cause de l'épaisseur de ses branchies.

» Si, coupant un fragment de branchie à un de ces animaux (de préférence la moule) fraîchement ouvert, on l'examine au microscope, on est frappé de la netteté avec laquelle apparaissent tous les détails de structure. J'ai le mieux réussi en me servant de l'oculaire 4 et de l'objectif F (grossissement 1010) du microscope de Zeiss. Dans ces conditions, les globules sanguins apparaissent sous l'aspect de petites amibes à noyau très évident. Leur protoplasme est tantôt complètement hyalin, avec quelques rares granulations animées d'un mouvement brownien énergique, tantôt finement granuleux, tantôt encore chargé de boules hyalines de dimensions variables, qui logent, ou non, elles-mêmes des sphères très réfringentes. Les pseudopodes, que l'on peut voir se produire et s'effacer, sont ou bien nombreux et délicats, toujours complètement hyalins et étendus dans

(1) Travail des laboratoires de Chimie et de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris.

(2) Travail du Laboratoire d'Histologie normale de l'Université de Gand.

toutes les directions, ou bien au contraire isolés, larges, véritables lobopodes. On peut poursuivre les globules sanguins dans leurs pérégrinations : c'est ainsi que, sur la limite de l'épithélium, on voit souvent une de ces cellules migratrices quitter le tissu conjonctif, s'engager entre les cellules vibratiles, les écarter, les déprimer, déterminant ainsi derrière elle une solution de continuité qui va s'agrandissant. Mais bientôt on constate qu'il ne s'agit pas d'un simple écartement ou d'une dépression : le corps lui-même des cellules est entamé et présente des marques non équivoques d'altération. Le protoplasme diminue par places et semble rongé aux endroits où il a été en contact avec un leucocyte. Dans aucun cas je n'ai pu constater que le globule amiboïde englobât ici des fragments de cellules épithéliales : s'agirait-il d'une digestion à la surface du leucocyte ou du moins d'une dissolution préalable à la digestion? Quoi qu'il en soit, il se produit ainsi un trou creusé par les leucocytes aux dépens de l'épithélium. Ce trou va toujours augmentant et s'étend bientôt à plusieurs cellules voisines; il a des limites très nettes, parfois excessivement irrégulières et affecte successivement les formes les plus diverses.

» Le même phénomène se produisant le plus souvent en des endroits voisins, il en résulte que fréquemment les derniers restes cellulaires qui séparent encore les cavités disparaissent à leur tour par le même procédé : il se forme ainsi, par fusion, de vastes lacunes dans lesquelles se meuvent un nombre plus ou moins grand de leucocytes, phagocytant chacun pour son compte [1]. La partie libre des cellules vibratiles est le plus souvent intacte et il persiste toujours un liseré constitué par les fragments protoplasmiques qui ont échappé à la dévastation. Le corps des phagocytes croît considérablement, se charge le plus souvent de boules hyalines et continue à se mouvoir librement dans la lacune. Çà et là, ils finissent par traverser le liseré lui-même en un point et ils quittent la lacune pour arriver à la surface de la muqueuse branchiale; là ils sont bientôt entraînés par le courant déterminé dans l'eau par le battement des cils vibratils.

» Le phénomène si intéressant que je viens de décrire et qui, à ma connaissance, n'a pas encore été signalé, ne s'observe d'ordinaire, à l'état vivant, que dans l'épithélium du bord inférieur (libre) des branchies (assez souvent aussi dans les tentacules buccaux); mais le plus souvent,

---

(1) Il n'est pas rare d'y rencontrer aussi un ou plusieurs leucocytes venus des profondeurs et chargés d'éléments colorés en jaune ou en brun sale.

sur toute l'étendue de l'épithélium, on peut assister à la pénétration de globules du sang provenant du tissu conjonctif lacunaire et chargés de granulations ou de boules hyalines de dimensions variables, parfois très considérables. Ils avancent lentement, poussant des pseudopodes entre les cellules épithéliales et se frayant ainsi un chemin jusqu'à la surface libre, où ils subissent le même sort que ceux qui quittent les lacunes : ils sont entraînés dans le courant. M. le Dr Janssens vient de signaler (*Cellule*, t. IX) la présence de phagocytes entre les cellules épithéliales.

» On peut se demander quel est le but physiologique de ce phénomène. Tout en me réservant d'y revenir plus longuement, et sans prétendre résoudre actuellement la question, je désire faire connaître une manière de voir. Dans les préparations fixées par les liqueurs de Flemming ou d'Hermann, j'ai souvent constaté, soit dans les phagocytes, soit dans les tissus, la présence de leucocytes dégénérés. Ils se présentaient sous les formes les plus diverses; mais ils étaient toujours composés d'une boule ou d'un élément irrégulier, peu ou point colorable, et servant de substratum à un ou plusieurs corpuscules franchement safranophiles : le substratum était de provenance protoplasmique, l'élément chromatique descendait du noyau. De même, dans les phagocytes, les boules, qui à l'état frais étaient hyalines, semblaient, par leur peu de colorabilité, être du protoplasme plus ou moins altéré. Étant donnés ces détails, ne pourrait-on pas trouver, dans le cas actuel, une application des vues de Metschnikoff et d'autres, au sujet d'une lutte continuelle entre les cellules d'un même organisme, lutte qui aboutit au balayage des tissus, à l'enlèvement des éléments anatomiques affaiblis, malades ou mortifiés, par des cellules amiboïdes encore en pleine activité vitale? Les phagocytes, arrivant des profondeurs et renfermant des boules ou des matières colorées, se seraient chargés de fèces et de cadavres cellulaires, rencontrés dans leurs diapédèses, et les transporteraient vers l'extérieur à travers l'épithélium; au contraire, les éléments migrateurs qui creusent l'épithélium y auraient été appelés par chimiotaxie : les cellules vibratiles du bord inférieur des lamelles branchiales sont, par leur situation même, plus que toutes les autres, exposées à toutes espèces de causes destructives; par suite, elles s'useraient et s'affaibliraient rapidement, et leur corps débilité exercerait une attraction sur les leucocytes.

» *N.-B.* — Il resterait encore à examiner comment se restaurent les tissus ainsi entamés; c'est ce qui fera l'objet de recherches auxquelles je compte me livrer dans la suite. Enfin, je ne crois pas nécessaire d'insister

pour démontrer que les lacunes, dont il est si souvent question dans cette Communication, ne peuvent point être confondues avec les fentes en boutonnières, qui permettent le passage de l'eau dans les espaces interbranchiaux. »

ZOOLOGIE. — *Observations nouvelles sur les affinités des divers groupes de Gastéropodes.* (*Campagnes du yacht* l'Hirondelle). Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Les Gastéropodes se divisent en deux groupes suivant qu'ils sont *unisexués* ou *hermaphrodites;* les premiers (Prosobranches) sont caractérisés en outre par leur commissure viscérale croisée en 8 de chiffre ; les seconds (Opisthobranches, Pulmonés, Ptéropodes) par leur commissure viscérale plus ou moins exempte de torsion. Après une étude antérieure ([1]), j'avais pu faire disparaître en partie le hiatus anormal qu'une étude incomplète avait laissé subsister entre ces deux groupes, où je demeurai convaincu qu'une forme de passage avait dû les réunir autrefois. Si cette forme existait encore, elle ne pouvait se trouver que dans les plus anciens Opisthobranches, les Actæonidés qui firent leur apparition dans le carbonifère, et qui sont représentés de nos jours par le genre Actæon, d'origine triasique. Il résulte de mes recherches sur des *A. solidulus,* qu'a bien voulu me communiquer M. Jousseaume, que ce Gastéropode est, en effet, une forme de passage idéale, non seulement entre les Prosobranches et les Opisthobranches, mais encore entre ces derniers et les Pulmonés. Ayant déjà publié un résumé succinct de l'organisation et des affinités de l'Actæon ([2]), je me bornerai à exposer ici les considérations générales auxquelles donne lieu l'organisation de cet animal.

» Le système nerveux de l'Actæon ([3]) est franchement chiastoneure comme celui

---

([1]) Quelques observations anatomiques sur les Mollusques gastéropodes. (*Comptes rendus de la Société de Biologie,* 17 décembre 1892).

([2]) *Société philomathique,* séance du 24 décembre 1892 et *Société de Biologie,* séance du 7 janvier 1893.

([3]) Nos connaissances sur le système nerveux de l'Actæon se réduisent à une figure de M. Pelseneer (*Challenger, Ptéropodes,* Pl. II, *fig.* 11). Les centres cérébroïdes et pédieux sont exactement représentés, mais la commissure viscérale est incomplètement figurée ; elle ne fait d'ailleurs que reproduire la commissure à peine tordue des Tectibranches normaux.

des Prosobranches. Les ganglions commissuraux sont confondus, de chaque côté, avec le ganglion cérébroïde correspondant. L'une des branches de la commissure viscérale part du ganglion cérébro-commissural gauche, se dirige obliquement de gauche à droite et d'avant en arrière en passant au-dessous de la longue masse buccale, et aboutit au ganglion sous-intestinal qui est situé à droite contre les parois du corps; l'autre branche se détache du ganglion cérébro-commissural droit, se dirige de droite à gauche et d'avant en arrière au-dessus de la masse buccale, et aboutit au ganglion sus-intestinal. A partir de ce ganglion, qui est situé à gauche sur les parois du corps, la branche commissurale se dirige en arrière et, un peu avant d'arriver à l'anus, s'incline vers la droite en passant au-dessus de l'œsophage, et aboutit au ganglion viscéral qui se trouve entre l'oviducte et l'œsophage. A ce même ganglion viscéral vient aboutir également le prolongement de la branche sous-intestinale.

» Le ganglion sus-intestinal innerve la branchie et la partie gauche du manteau, le ganglion sous-intestinal émet un nerf qui se rend à la partie droite de ce dernier organe. L'innervation du manteau est toutefois un peu plus compliquée, grâce à la présence de deux petits ganglions accessoires, qu'on peut appeler *ganglions palléaux secondaires,* et qui sont des plus importants parce qu'ils permettront au système nerveux chiastoneure de l'Actæon, de se transformer progressivement en un système nerveux orthoneure. Le premier de ces ganglions est situé sur la branche sous-intestinale, à mi-chemin entre le ganglion cérébro-commissural gauche et le ganglion sous-intestinal, il innerve la partie gauche du manteau; le second se trouve sur la branche sus-intestinale au voisinage immédiat du ganglion cérébro-commissural droit, il innerve la partie droite du manteau. De sorte que la partie gauche du manteau reçoit à la fois des nerfs du ganglion sus-intestinal et du ganglion palléal secondaire gauche, tandis que la partie droite est innervée par le ganglion sous-intestinal et le ganglion palléal secondaire droit.

» D'après ce qui précède, il est clair que les Actæon se rattachent directement aux Prosobranches et, si l'on tient compte des caractères de leur branchie bipectinée, aux Prosobranches diotocardes. Par quel procédé ont-ils pu donner naissance à des descendants orthoneures, c'est-à-dire aux autres Opisthobranches et aux Pulmonés?

» Bütschli a montré que l'on pouvait faire dériver les Gastéropodes d'une forme dibranchiale primitive dont les deux branchies auraient été situées symétriquement *en arrière,* l'une à droite, l'autre à gauche de l'anus; cette forme primitive avait une commissure viscérale orthoneure sur laquelle on peut supposer, pour être bref, deux ganglions palléo-branchiaux symétriques, innervant symétriquement la branchie et le manteau du même côté.

Tout cet appareil symétrique s'est transporté, grâce à un mode particulier de croissance, à droite et en avant, et a fini par occuper une position dorsale symétrique, comme on l'observe encore dans les Fissurelles. La branchie droite primitive s'est alors trouvée à gauche, et la gauche à droite; d'ailleurs, comme les branchies entraînent les ganglions qui les innervent, la commissure viscérale est devenue chiastoneure. Plus tard, la branchie droite (branchie gauche primitive) s'est atrophiée et l'on a eu des Gastéropodes munis de la seule branchie gauche (branchie droite primitive), comme on l'observe chez la très grande majorité des Prosobranches, et aussi chez l'Actæon.

» Mais alors s'est produit un cheminement de la branchie absolument inverse du précédent. La branchie gauche persistante est revenue en arrière et à droite, entraînant avec elle son ganglion (ganglion sus-intestinal) et la branche commissurale sus-intestinale qui s'est placée sur le côté droit de l'œsophage.

» Le ganglion branchial (primitivement sus-intestinal), s'est probablement fusionné avec le ganglion palléal secondaire droit; il n'a plus envoyé de branches nerveuses dans les parties gauches (trop éloignées) du manteau, et il a innervé les parties de cet organe qui sont situées à droite, c'est-à-dire au voisinage de la branchie. Devenu inutile, le ganglion sous-intestinal s'est complètement atrophié, en même temps que se développait le ganglion palléal secondaire gauche qui entraînait à gauche de l'œsophage la branche commissurale sous-intestinale et se chargeait seul de l'innervation des parties gauches du manteau (*Acera bullata*, Pulmonés aquatiques). Chez les autres formes d'Opisthobranches, le ganglion palléal secondaire gauche s'est rapproché beaucoup plus du ganglion viscéral, ou même s'est confondu avec lui. Dans tous les cas, la commissure viscérale est devenue plus ou moins franchement orthoneure, et cette disposition a permis aux centres nerveux, situés sur la commissure, de se rapprocher beaucoup, et même de se fusionner (Nudibranches, certains Ptéropodes et Pulmonés terrestres). Les Pulmonés se rattachent directement aux Actæonidés par leurs espèces branchifères (Siphonaires) et operculées (Amphiboles), et il ne saurait plus être question d'établir, dans la classe des Mollusques, deux séries parallèles indépendantes l'une de l'autre [1]. »

---

[1] Laboratoire de Malacologie du Muséum.

PHYSIQUE DU GLOBE. MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Sur une anomalie présentée dans ces derniers temps par la marche de l'aiguille aimantée comme effets de la variation séculaire.* Note de M. **Léon Descroix**.

« J'ai donné dans les *Comptes rendus*, en 1882, un Tableau comparatif des valeurs observées et calculées de la déclinaison magnétique depuis cent cinquante années. La formule d'interpolation à laquelle j'étais parvenu représentait les faits avec assez d'exactitude, jusqu'en 1882, pour que l'on se crût en droit, en extrapolant, d'assigner, au moins pour un quart de siècle, les valeurs probables du même élément.

» Je ferai remarquer qu'un récent travail de M. Faelheggen, de l'observatoire de Gottingen (où les moyens de discussion mathématique sont très différents de ceux que j'avais employés), permettait également de penser que le recul de la pointe nord de la boussole vers l'est serait, à Paris par exemple, de 81′ entre 1880 et 1890; tandis qu'il ne fut en réalité que de 65′.

» Pour me procurer, par surcroît, une vérification de ce qui me paraît être une anomalie des plus intéressantes à signaler (à rapprocher peut-être des troubles physiques exceptionnels de ces derniers temps), j'ai refait, après seize années écoulées, le même genre de déterminations, aux mêmes lieux, avec la même boussole qui servit à M. Marié-Davy comme à moi, pour notre excursion de 1875-76.

» De plus, à consulter les publications des observatoires de Paris, Saint-Maur, Bordeaux, Londres, Copenhague, Palerme, Coïmbre (Portugal), le fait à constater est bien celui d'un ralentissement notable de la marche vers l'occident des nœuds de l'équateur magnétique. N'y a-t-il là qu'une défaillance passagère, ou bien l'accélération prévue de la variation séculaire est-elle définitivement entravée? C'est ce qu'on ne pourrait dire; bien qu'on croie voir qu'il a dû se produire quelque chose de semblable autour de 1760, alors que la déclinaison magnétique était au contraire, à Paris, en marche vers l'élongation maximum. »

TÉRATOLOGIE. — *Influence du mouvement sur le développement des œufs de poule.* Note de M. **A. Marcacci**.

« L'appareil dont je me suis servi consistait essentiellement en une roue qui pouvait tourner indifféremment dans un plan vertical ou dans

le plan horizontal. Elle était mise en mouvement par un moteur à eau qui permettait de régler à volonté la vitesse. Cette roue portait six œufs. Elle était placée à l'intérieur d'une étuve à incubation (39°-39°,5) et était actionnée du dehors. Un couvercle à parois de verre permettait d'observer à l'intérieur de l'étuve. Cet appareil a été décrit dans mon Mémoire publié en 1886 (¹).

» Dans un second Mémoire de 1888, j'ai fait connaître les résultats tardifs de la rotation (²). Ces deux Mémoires ont d'ailleurs été résumés en français, en 1889, dans les *Archives italiennes de Biologie*, t. XI, p. 164.

» J'ai constaté les faits suivants :

» 1° Les œufs soumis à un mouvement continuel (à 39°-40°) poursuivent leur développement pendant un certain temps.

» 2° Le développement s'arrête à des époques variables, selon que la rotation a lieu dans un plan horizontal ou dans un plan vertical. Lorsque le mouvement est horizontal (le grand axe de l'œuf restant horizontal pendant la rotation), le développement s'arrête du troisième au quatrième jour, au moment de la formation de l'allantoïde. Avec la rotation verticale (le grand axe de l'œuf restant encore horizontal) le développement s'arrête plus tôt.

» 3° L'arrêt de développement et la mort de l'embryon correspondent au maximum des troubles trophiques et se manifestent par une extrême pâleur et par l'incomplète réplétion des vaisseaux sanguins.

» 4° Les œufs soustraits au mouvement avant cette époque critique, par exemple au deuxième jour, peuvent continuer à se développer. Si l'on arrête le mouvement plus tard, il y a mélange du jaune avec le blanc, par suite de la rupture de la membrane vitelline.

» J'ai remarqué des anomalies de structure chez les poussins qui avaient survécu à ces essais arrêtés en temps utile. Je les ai étudiées, en ayant soin d'employer des *œufs témoins* placés dans les mêmes conditions que les premiers, au mouvement près. Quant à ceux-ci, ils étaient soumis à des vitesses de rotation de 40 à 80 tours par minute.

» 5° Le mouvement pendant les premiers jours peut produire des anomalies de développement qui se manifestent soit avant l'éclosion, soit aus-

---

(¹) *Influenza del movimento sullo sviluppo dell' uovo di pollo.* (*Annal. dell' Univers. di Perugia*, I, vol. I, p. 171.)

(²) *Effetti tardivi del movimento impresso alle uova nei primi giorni dell' incubazione.* (*Bollett. delle Scienze med. di Bologna*, série VI, vol. XXII).

sitôt après, soit dans l'âge adulte. Ces anomalies se ramènent à trois types : *a*, développement plus lent, sans irrégularité de conformation; *b*, développement excessif de quelques parties du corps; *c*, vices de conformation dans le squelette, les articulations ou les muscles. J'ai fourni des représentations photographiques de ces variétés.

» Tels sont les faits résumés que j'ai publiés en Italie en 1886-1888 et en France en 1889. Le 11 juillet 1892, M. Dareste (¹) présentait, à l'Académie des Sciences, des recherches sur le même objet : sa Note ne faisait point mention de mes publications antérieures. Son procédé était le même, en principe, mais ne permettait pas de soumettre à la rotation plus d'un œuf à la fois. J'avais fait varier le plan de rotation et répondu ainsi par avance à un *desideratum* exprimé par M. Dareste à la fin de sa Note. J'avais annoncé et au delà les résultats obtenus par M. Dareste; ils se résument en ceci : que la rotation continue de l'œuf en incubation paraît être un obstacle au développement complet de l'embryon, et que celui-ci ne dépasse jamais la phase qui correspond à la sortie de l'allantoïde hors de la cavité abdominale. Enfin M. Dareste a arrêté son observation au moment où s'ouvrait, à mon avis, le champ d'études le plus intéressant, c'est-à-dire à ces effets tardifs du mouvement que j'ai suivis avec détail.

» Ce sont toutes ces circonstances qui me paraissent justifier les rectifications que j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 janvier 1893.

(*Suite.*)

Société de Géographie. Comptes rendus des séances, 1892; nᵒˢ 17 et 18. Paris.

Diophanti Alexandrini Opera omnia cum graecis commentariis. Edidit et

(¹) Dareste, *Note sur l'évolution de l'embryon de la poule soumis pendant l'incubation à un mouvement de rotation continu.*

latine interpretatus est PAULUS TANNERY. Volumen I, *Diophanti* quæ exstant omnia continens. Lipsiae, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux).

Revue géologique suisse pour l'année 1891, par ERNEST FAVRE et HANS SCHARDT. Genève, Bâle, Lyon, 1892; 1 broch. in-8°.

Memoirs of the national Academy of Sciences, vol. V. Washington, 1891; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 9 JANVIER 1893.

Société d'Histoire naturelle d'Autun; cinquième Bulletin. Paris, G. Masson, 1892; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Catalogue de nébuleuses découvertes au grand équatorial de l'observatoire de Nice, par M. JAVELLE. (Extrait des Annales de l'observatoire de Nice, t. IV.) Paris, Gauthier-Villars et fils; broch. in-4°. (Présenté par M. Perrotin.)

L'Anthropologie. Sous la direction de MM. CARTAILHAC, HAMY, TOPINARD. 1892. Tome III, n° 6, novembre-décembre. Paris, G. Masson; 1 vol. gr. in-8°.

Navigation aérienne. Aérostats métalliques utilisant les efforts ascensionnels et descensionnels pour le déplacement horizontal, par FRANÇOIS GOUTTES, Castelnaudary, Groc; 1 broch. in-8°.

L'Horticulture française, ses progrès et ses conquêtes depuis 1789, par CHARLES BALTET. Paris, G. Masson, 1892; 1 vol. gr. in-8°.

Traité de Géologie, par A. DE LAPPARENT. Deuxième Partie : *Géologie proprement dite;* fasc. III. Paris, F. Savy, 1893; in-8°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon. Tome XI, 1892. Paris, Masson; 1 vol. in-8°.

Epharmosis sive materiæ ad instruendam anatomiam systematis naturalis, auctore J. VESQUE. Pars tertia : *Genitalia foliaque Clusiearum et Noronobearum* (in tabulis CXIII); in-4°. (Présenté par M. Duchartre.)

On exact analysis as the basis of language, by A. MACFARLANE, 1892; broch. in-8°.

Atti e Memorie della R. Accademia Virgiliana di Mentova; Biennio 1891-1892. Mentova, 1893; 1 vol. in-8°.

Anales del Instituto fisico-geografico y del Museo nacional de Costa Rica. Tome III, 1890; H. PITTIER, Director del Instituto fisico-geografico nacional. 1892; 1 vol. gr. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 26 décembre 1892.)

Tome CXV, page 1245, ligne 3 en remontant, *au lieu de* Pareta, *lisez* Pareto.

Note de M. *H. de la Fresnaye*, Méthode Doppler-Fizeau :

Tome CXV, page 1292, ligne 4, formule (9), *au lieu de* Y, *lisez* V.

Note de MM. *C. Soret* et *C.-E. Guye*, Sur le pouvoir rotatoire du quartz aux basses températures :

Tome CXV, page 1296, ligne 14, *au lieu de* 0,001587, *lisez* 0,001987.
Même page, ligne 19, *au lieu de* 0,002253, *lisez* 0,002293.

Note de MM. *Emm. de Margerie* et *Fr. Schrader*, Sur une nouvelle Carte géologique des Pyrénées françaises et espagnoles.

Tome CXV, page 1340, lignes 6 et 7, *au lieu de* la moitié des Alpes, *lisez* la moitié *orientale* des Alpes.

Note de M. *F. de Saintignon*, Sur le mouvement différentiel dans l'Océan et dans l'atmosphère :

Tome CXV, page 1341, ligne 8 en remontant, *au lieu de* pression, *lisez* dépression.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 JANVIER 1893.

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE. — *Des mouvements de natation de la Raie.* Note de M. **Marey.**

« Les grandes variétés de conformation qu'on observe dans les animaux aquatiques font présumer que des variétés correspondantes doivent exister dans leur genre de locomotion.

» Une des premières applications de la Photographie à l'analyse des mouvements des animaux fut faite à la Station physiologique, sur la natation de l'Anguille. Nous avons constaté que le corps tout entier de l'animal participe à la propulsion, au moyen d'une ondulation horizontale qui commence à la tête et finit à la queue.

» En possession, aujourd'hui, d'appareils plus perfectionnés et d'ani-

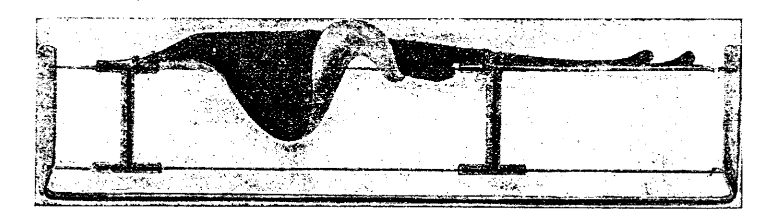
maux marins vivants [1], nous avons essayé d'étudier un autre genre de mouvement ondulatoire, celui des nageoires latérales de la Raie.

» Ici l'ondulation porte sur les deux nageoires à peu près symétriquement; en outre, elle se fait dans le sens vertical, c'est-à-dire que chaque point du bord des nageoires s'élève et s'abaisse tour à tour. L'observation directe ne nous ayant pas paru capable de donner à cet égard des renseignements plus complets, nous avons recouru à la Chronophotographie.

» Pour bien suivre les phases du phénomène, il fallait maintenir l'animal devant l'objectif, tout en lui laissant le libre mouvement des nageoires.

» A cet effet, une bande de fer plat (*fig.* 1) fut, à ses deux extrémités, tordue et coudée à angle droit. Entre ces deux pièces verticales, deux fils d'acier fortement tendus servirent de point d'appui aux organes fixateurs. Ceux-ci étaient portés par des tubes métalliques réunis par des entretoises et qui glissaient à volonté le long des fils d'acier, pour s'adapter à des poissons de tailles différentes. La tête fut maintenue entre les mors d'une pince plate, tandis que la base de la queue, couchée dans une gouttière de métal, y fut assurée par une ligature.

Fig. 1.



» Ainsi maintenue par ses deux extrémités et soutenue par le fil d'acier sur lequel reposait sa face ventrale, la Raie fut immergée dans un aquarium à deux parois de glaces; elle se détachait sur le champ lumineux de l'horizon.

» L'animal resta longtemps immobile; enfin, excité au moyen d'une baguette, il se mit à agiter ses nageoires d'un mouvement régulier qui, pour chaque excitation, se prolongeait pendant des minutes entières.

» L'animal fut orienté de différentes manières dans l'aquarium : tantôt il était vu de côté, tantôt de face. Les deux séries d'images ainsi obtenues ont été réunies dans la *fig.* 2. On n'y a pas représenté les pièces qui servaient à la contension de l'animal. Dans chacune des deux séries la succession des images se lit de bas en haut. La fréquence était de dix images par seconde.

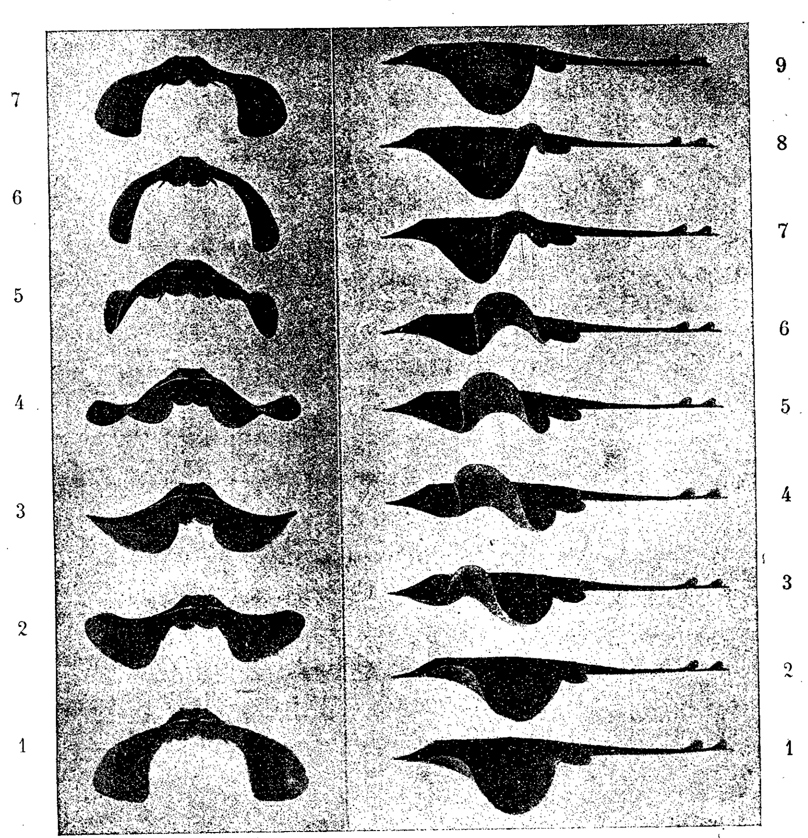
---

[1] M. Dohrn, Directeur de la Station zoologique de Naples, nous a gracieusement fourni les animaux vivants sur lesquels ces études ont été faites.

» Vu de côté, le mouvement présente les caractères suivants :

» L'onde naît en avant par un soulèvement du bord de la nageoire, mais bientôt les parties qui se sont élevées les premières s'abaissent, tandis que le soulèvement se propage vers l'arrière en augmentant d'amplitude. Lorsque l'onde a franchi la partie moyenne du corps, elle diminue rapidement et s'évanouit à l'arrière de la nageoire, de chaque côté de la

Fig. 2.



base de la queue. Avant que cette première onde ait disparu, il s'en forme une nouvelle par un nouveau soulèvement du bord antérieur de la nageoire. Ces ondes successives marchent toutes de la même façon de l'avant à l'arrière. Enfin, autant qu'on en peut juger par le modelé des images, les parties soulevées de la nageoire paraissent convexes en dehors, en bas et en arrière.

» Cette première série d'images montre toutes les phases de la propa-

gation d'une onde, et, comme la neuvième image est identique à la première, il s'ensuit que tout le mouvement est contenu dans huit images et que sa durée a été de huit dixièmes de seconde. Vu sous un seul aspect, ce mouvement est assez difficile à comprendre, mais il va s'éclairer par sa seconde série d'images où la Raie est vue par l'avant.

» Sur cette nouvelle série, six images représentent le cycle complet du mouvement, c'est-à-dire que la septième image est identique à la première. Le parcours de l'onde s'est fait en six dixièmes de seconde; il était donc un peu plus rapide que dans le cas précédent.

» La première chose qui nous ait frappé en voyant ces images, c'est leur extrême ressemblance avec celles que donne la Chronophotographie appliquée au vol des oiseaux.

» Dans leur abaissement extrême, les ailes offrent l'aspect d'une demi-circonférence dont le corps occupe la partie moyenne ([1]). De même, le corps de la Raie, dans la sixième image, occupe le sommet de la courbe formée par les deux nageoires abaissées.

» Quand l'aile de l'oiseau, arrivée au sommet de sa course, commence à s'abaisser, son bord postérieur, formé de plumes flexibles, est soutenu par la résistance de l'air; il se courbe alors et donne à la surface de l'aile une torsion très prononcée ([2]). Sur la Raie, dès la troisième image, l'abaissement de la nageoire commence et se traduit par un gauchissement de sa portion plus flexible qui est à l'arrière, de sorte que le bord postérieur de la nageoire est relevé. Cette torsion se prononce de plus en plus dans les quatrième et cinquième images; elle disparaît à la fin de l'abaissement.

» Si maintenant on revient à la série précédente, on s'explique mieux la propagation de l'onde et l'on saisit mieux, d'après le changement du diamètre vertical apparent de la Raie, les élévations et abaissements de ses nageoires. On comprend que, dans la propagation de l'onde en arrière, une partie de la nageoire est passive, et que c'est la résistance de l'eau qui la soutient ([3]).

» Cette analogie entre la natation et le vol était, du reste, naturelle : dans ces deux genres de locomotion, en effet, les organes propulseurs

---

([1]) Voir le *Vol des Oiseaux,* fig. 99, p. 170. Paris, G. Masson; 1890.

([2]) *Ibid.,* fig. 85 à 88.

([3]) Ces deux séries de figures de la Raie n'ayant pas été recueillies simultanément ne sont pas absolument comparables entre elles et ne permettraient pas la construction de figures en relief comme nous avons fait pour l'oiseau.

agissent sur un fluide; de part et d'autre, la propulsion s'obtient par l'action d'une surface flexible qui s'incline obliquement par rapport à la direction de son mouvement.

» Il est même probable que ces deux genres de locomotion s'éclaireront l'un par l'autre : il semble, en effet, que la forte inclinaison que prend, à la fin de l'onde, la partie postérieure de la nageoire, justifie les idées émises par M. Goupil sur le rôle de la courbure des derniers éléments de la surface de l'aile dans le mécanisme du vol [1].

» Pour le zoologiste, cette comparaison pourra jeter quelque lumière sur les conditions de l'adaptation du membre antérieur à la locomotion dans les fluides.

» Ces recherches doivent être poursuivies dans des conditions variées, qu'une installation insuffisante ne nous a pas permis de réaliser. Il faudra reprendre les images chronophotographiques de la Raie nageant en liberté, afin de déterminer, comme nous l'avons fait pour l'Anguille, le rapport de la vitesse de l'onde avec celle de la progression du poisson.

» Enfin, pour apprécier, au point de vue mécanique, l'action de ce propulseur, on devra déterminer les mouvements imprimés par le poisson à l'eau dans laquelle il nage, c'est-à-dire la direction et la forme des courants et des remous que produit l'action des nageoires.

» Dans une prochaine Note, nous indiquerons la manière d'analyser, par la Chronophotographie, les mouvements qui se passent dans un milieu liquide. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Recherches microscopiques sur la contractilité des vaisseaux sanguins;* par M. L. **Ranvier**.

« Lorsque l'on veut observer l'effet des excitants sur les vaisseaux sanguins, on place sur la platine du microscope, dans des conditions déterminées, un organe vivant, vasculaire et transparent, et on le soumet à des excitations mécaniques, physiques ou chimiques. C'est ainsi qu'ont procédé Poiseuille et ses nombreux imitateurs. J'ai répété ces expériences, et elles m'ont toujours laissé subsister des doutes dans l'esprit.

» Les artères sont contractiles à un haut degré. Pas n'est besoin du microscope pour le reconnaître; une expérience n'est même pas néces-

(1) Goupil, *La Locomotion aérienne*. Charleville, 1884.

saire pour le constater : une simple observation suffit. Cette observation a été faite la première fois par M. Schiff; tout le monde la connaît aujourd'hui. Je veux parler de la contraction rythmique des artères auriculaires du lapin. Or l'oreille tout entière est rouge quand les artères sont dilatées; elle est pâle, quand elles sont contractées. Faut-il en conclure que la contraction et le relâchement alternatifs portent sur tous les vaisseaux, artères, capillaires et veines? Non à coup sûr, car il suffit que, par suite de la contraction des artères, il n'arrive plus de sang dans les capillaires et les veines pour que ces derniers vaisseaux, en vertu de l'élasticité de leur paroi, se débarrassent du sang qui les remplissait en l'envoyant dans les grosses veines du cou.

» Des considérations analogues peuvent être présentées aussi bien si l'observation est faite au microscope sur un organe transparent, par exemple la membrane interdigitale, le mésentère ou la langue de la grenouille, la vessie du rat nouveau-né, etc. Il ne résulte pas de ce que l'on voit diminuer le calibre des capillaires, au moment où les artères se contractent, pour admettre que leur paroi est contractile. On conçoit, en effet, que, par suite de la contraction artérielle, la tension du sang étant abaissée dans les capillaires, ceux-ci puissent revenir sur eux-mêmes par le simple jeu de leur élasticité.

» Je pensai, dès lors, qu'il fallait faire l'expérience dans des conditions différentes de celles où l'on s'était placé jusqu'ici. Il fallait soumettre à l'excitation électrique une membrane vasculaire vivante encore, mais entièrement détachée de l'animal, afin d'y supprimer la circulation. Il fallait, en un mot, agir sur les vaisseaux sanguins comme on agit sur les fibres musculaires lorsque l'on veut étudier les modifications qu'elles subissent sous l'influence des secousses d'induction. Cette expérience sur la contraction des fibres musculaires, je l'avais déjà faite et, par conséquent, j'étais bien préparé à expérimenter sur les vaisseaux sanguins.

» C'est dans la membrane rétrolinguale de la grenouille que j'avais trouvé des faisceaux musculaires convenables pour l'observation physiologique de la contraction. On aurait pu choisir la même membrane pour expérimenter sur les vaisseaux; mais il m'a semblé que les mouvements qui se produisent nécessairement dans la préparation, par suite de la contraction des muscles, devaient nuire à l'observation délicate que je me proposais de faire sur les vaisseaux. Cette difficulté ne saurait se produire dans la membrane périœsophagienne, dont les seuls éléments musculaires sont ceux qui, sous la forme de fibres-cellules, sont annexés aux

vaisseaux sanguins. Cette dernière membrane a encore l'avantage d'être d'une minceur extrême et de posséder un riche réseau vasculaire. En outre, il me semblait que l'abondance des nerfs de toute sorte qu'elle contient devait être une condition favorable à la production des phénomènes que je recherchais.

» Voici les détails de l'expérience : la membrane périœsophagienne est placée sur le disque de la chambre humide dans une ou deux gouttes de sérosité péritonéale. Après l'avoir régulièrement étendue, on la maintient en extension au moyen d'un anneau de platine ; puis on dispose les électrodes de papier d'étain et l'on recouvre d'une lamelle de verre, que l'on fixe avec de la paraffine (voir *Comptes rendus*, t. CX, p. 613).

» Examinons d'abord une artériole. A l'état vivant, dans son propre plasma, elle montre d'une manière fort nette certains de ses éléments, entre autres ses fibres musculaires lisses et sa lame élastique interne.

» La petite machine d'induction, dont on fait habituellement usage dans les recherches d'histophysiologie, est alors mise en communication avec les électrodes, et, rapprochant l'une de l'autre les bobines de la machine, on cherche le courant suffisant pour faire contracter les fibres musculaires. Elles se contractent, et leur contraction peut être assez forte pour faire disparaître la lumière du vaisseau. Au moment où la contraction se produit, les plis de la lame élastique interne deviennent plus prononcés. Ils arrivent à se toucher; c'est ainsi que s'efface le calibre de l'artériole. Si l'on coupe le courant, l'artère revient peu à peu à son diamètre primitif.

» On peut répéter l'expérience un grand nombre de fois et la montrer successivement à plusieurs personnes. Aussi cette expérience peut-elle être faite à un cours. J'en ai rendu témoins mes auditeurs du Collège de France.

» Elle fournit des renseignements intéressants sur le mode de contraction des fibres musculaires lisses. Ces cellules sont formées d'un faisceau de fibrilles longitudinales, noyées dans une gangue protoplasmique commune. Sur les bords d'une artériole couchée dans le champ du microscope, elles laissent voir la coupe optique de leurs fibrilles comme autant de petits cercles réfringents, plus réfringents que la substance qui les sépare (voir mon *Traité technique d'Histologie*). Ces petits cercles peuvent être distingués dans les cellules musculaires vivantes à l'état de repos; mais ils deviennent indistincts pendant la contraction. Cela provient de ce

qu'en se raccourcissant les fibrilles augmentent d'épaisseur et s'appliquent plus exactement les unes contre les autres.

» Il me paraît difficile de donner une autre interprétation de ce phénomène; du reste, celle que je viens de proposer est simple et fort vraisemblable ([1]).

» Lorsque l'on fait agir un courant faible quoique suffisant, la tunique musculaire de l'artériole ne se contracte pas également. Certains de ses segments sont à l'état de contraction, tandis que les autres ne sont pas sortis de l'état de repos. Pour les faire contracter, il faut faire agir un courant plus fort.

» Lorsque, sous l'influence d'un courant de moyenne intensité, il se produit sur une artériole une zone de contraction, celle-ci ne se déplace pas, et si, après un instant de repos, on fait passer le même courant, la zone de contraction se reproduit au même point.

» On ne peut, à l'aide de l'excitation électrique directe, rien produire dans les artères qui puisse être comparé à un mouvement péristaltique. Des mouvements de ce genre ont été admis dans l'appareil vasculaire par quelques-uns; mais cette opinion ne semble reposer sur aucune expérience.

» Ce que j'ai à ajouter maintenant, au sujet de l'action des courants d'induction sur les vaisseaux capillaires, ne demandera pas de grands développements. Jamais, dans les conditions où je me suis placé, conditions indiquées dans cette Note, je n'ai vu survenir sous l'influence de ces courants, quelle qu'ait été leur intensité, le plus léger mouvement de contraction dans les capillaires. »

([1]) A propos de cette expérience, qui montre dans des conditions nouvelles les fibres musculaires lisses passant de l'état de repos à l'état de contraction, je crois devoir revenir encore sur ce que j'ai déjà dit bien des fois, mais dont cependant les physiologistes et les histologistes ne semblent pas tenir grand compte.

Les fibres musculaires lisses se contractent tout aussi bien que les fibres striées; il ne faut pas chercher dans la striation la raison de la contraction elle-même : de la striation dépend seulement un des modes de la contraction. Les fibres striées se contractent brusquement; les fibres lisses se contractent lentement.

CORRESPONDANCE.

L'Académie royale des Sciences de Turin rappelle les conditions du concours pour le *neuvième prix Bressa :*

Suivant la volonté du testateur, ce concours a pour but de récompenser le savant ou l'inventeur, *à quelque nation qu'il appartienne,* lequel, durant la période quadriennale de 1891-1894, « au jugement de l'Académie des Sciences de Turin, aura fait la découverte la plus éclatante et la plus utile, ou qui aura produit l'Ouvrage le plus célèbre en fait de Sciences physiques et expérimentales, Histoire naturelle, Mathématiques pures et appliquées, Chimie, Physiologie et Pathologie, sans exclure la Géologie, l'Histoire, la Géographie et la Statistique ».

Ce Concours sera clos le 31 décembre 1894.

La somme fixée pour ce prix sera de 10416 (dix mille quatre cent seize francs).

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *Paul Tannery,* intitulée « La Correspondance de Descartes, dans les inédits du fonds Libri, étudiée pour l'Histoire des Mathématiques » (extrait du *Bulletin des Sciences mathématiques,* 2e série, t. XV et XVI, 1891-1892).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la somme des logarithmes des nombres premiers qui ne dépassent pas x.* Note de M. Cahen, présentée par M. Picard.

« Dans le Tome XCVI des *Comptes rendus de l'Académie,* Halphen avait donné une méthode pour l'évaluation de la valeur asymptotique de certaines fonctions numériques. Il se proposait de continuer ses recherches et notamment de démontrer l'important résultat suivant, qu'on n'avait pas, dit-il, encore démontré : *La somme des logarithmes des nombres premiers qui ne dépassent pas x est asymptotique à x.* La mort a empêché l'illustre géomètre de tenir sa promesse. Il voulait d'ailleurs, sans doute, s'appuyer sur la décomposition de la fonction $\zeta(z)$ de Riemann en facteurs primaires, mais le résultat énoncé à ce sujet par Riemann était beaucoup trop incertain pour que Halphen ait cru pouvoir s'en servir. Depuis, dans un Mémoire qui a obtenu le grand prix des Sciences mathématiques pour l'année 1892, M. Hadamard a établi rigoureusement le résultat de

Riemann. C'est pourquoi, sur le conseil de M. Picard, j'ai cherché à rétablir le raisonnement, qui était probablement celui d'Halphen.

» Soit $\theta(x)$ la somme des logarithmes nombres premiers qui ne dépassent pas x. On a

$$\zeta(z) = \prod \frac{1}{1 - \frac{1}{p^z}},$$

p désignant les nombres premiers.

» D'où, facilement,

$$\frac{\zeta'(z)}{\zeta(z)} = -\sum_p lp\left(\frac{1}{p^z} + \frac{1}{p^{2z}} + \ldots\right).$$

» Si l'on ordonne cette série sous la forme $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\alpha_n}{n^z}$, la somme des n premiers coefficients est $-\psi(n)$, en posant

$$\psi(n) = \theta(n) + \theta\left(n^{\frac{1}{2}}\right) + \theta\left(n^{\frac{1}{3}}\right) + \ldots,$$

et ce développement est valable pour les valeurs de z dont la partie réelle est plus grande que 1.

» Donc

$$\psi(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{AB} \frac{x^z}{z} \frac{\zeta'(z)}{\zeta(z)} dz,$$

AB étant une parallèle à Oy, indéfinie dans les deux sens, et d'abscisse supérieure à 1.

» Pour évaluer cette intégrale par la méthode de M. Halphen, j'intègre la fonction sous le signe $\int$, le long du contour d'un rectangle ABCD; BC, AD étant à l'infini, et CD étant à gauche du point 1, mais tel que le rectangle ne renferme pas d'autre pôle que 1, de la fonction sous le signe $\int$.

» On a

$$\frac{1}{2\pi} \int_{ABCD} \frac{x^z}{z} \frac{\zeta'(z)}{\zeta(z)} dz = -x,$$

et, par suite,

$$\psi(x) = x + \int_{BCDA} \frac{x^z}{z} \frac{\zeta'(z)}{\zeta(z)} dz.$$

» Je dis maintenant que $\int_{BC}$ et $\int_{DA}$ sont nulles. C'est là sans doute ce qui avait arrêté Halphen, car si l'on essaye d'appliquer la méthode qu'il a donnée pour l'intégrale $\int \frac{x^z}{z} \frac{\theta(z-1)}{\zeta(z)} dz$, on ne sait pas si $\frac{\theta'(z)}{\zeta(z)}$ $[\theta(z) = \zeta(z)(1 - 2^{1-z})$

voir le passage cité] est développable en série pour des valeurs de z dont la partie réelle soit plus petite que 1.

» Mais, d'après le résultat de M. Hadamard, dont on a parlé plus haut, on a

$$\zeta'(z) = 2\sum_\alpha \frac{z-\frac{1}{2}}{\alpha^2+\left(z-\frac{1}{2}\right)^2} - \frac{1}{2}\frac{\Gamma'\left(\frac{z}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{z}{2}\right)} - \frac{1}{z} - \frac{1}{z-1} + \frac{1}{2}l\pi$$

$$= 2\sum_\alpha \frac{z-\frac{1}{2}}{\alpha^2+\left(z-\frac{1}{2}\right)^2} - \frac{1}{2}C - \frac{1}{2}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{z-2}{n(z+2n-2)} - \frac{1}{z} - \frac{1}{z-1} + \frac{1}{2}l\pi,$$

les α étant les racines de la fonction $\xi(t)$ de Riemann.

» Alors

$$\frac{1}{\pi}\int_{\text{BC ou DA}} \frac{x^z}{z}\frac{\zeta'(z)}{\zeta(z)}\,dz$$

$$= \frac{1}{2\pi}\int_{\text{BC ou AD}} \frac{x^z}{z}\left[2\sum_\alpha \frac{z-\frac{1}{2}}{\alpha^2+(z-\frac{1}{2})^2} - \frac{1}{2}C - \frac{1}{2}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{z-2}{n(z+2n-2)} - \frac{1}{z} - \frac{1}{z-1} + \frac{1}{2}l\pi\right]dz$$

tend vers zéro lorsque BC et AD s'éloignent indéfiniment, parce que chacune des parties de cette intégrale tend vers zéro.

» Il reste donc

$$\psi(x) = x - \int_{\text{DC}} \frac{x^z}{z}\frac{\zeta'(z)}{\zeta(z)}\,dz.$$

Il reste à démontrer que $\varphi(x) = \frac{1}{2i\pi}\int_{\text{DC}} \frac{x^z}{z}\frac{\zeta'(z)}{\zeta(z)}\,dz$ est infiniment petit par rapport à x pour x infiniment grand. Ici la méthode même de M. Halphen s'applique.

» Si l'on pose

$$F(x) = \frac{1}{2i\pi}\int_{\text{DC}} \frac{x^z}{z}\frac{\theta'(z)}{\zeta(z)}\,dz, \quad \theta(z) = \zeta(z)\left(1-\frac{1}{2^{z-1}}\right) = 1 - \frac{1}{2^z} + \frac{1}{3^z} - \frac{1}{4^z}\cdots,$$

on a

$$-\varphi(x) = \frac{1}{2i\pi}\int_{\text{DC}} \frac{x^z}{z}\frac{\theta'(z)}{\zeta(z)}\frac{2^{z-1}}{1-2^{z-1}}\,dz - \frac{l2}{2i\pi}\int_{\text{DC}} \frac{x^z}{z}\left(\frac{1}{1-2^{z-1}}\right)dz,$$

et, puisque la partie réelle de z est plus petite que 1,

$$-\varphi(x) = \frac{1}{2i\pi}\int_{\text{DC}} \frac{x^z}{z}\frac{\theta'(z)}{\zeta(z)}\left[2^{z-1}+2^{2(z-1)}+2^{3(z-1)}+\ldots\right]dz - \frac{l2}{2i\pi}\int_{\text{DC}} \frac{x^z}{z}(1+2^{z-1}+\ldots)\,dz$$

$$= \left[\frac{1}{2}F(2x) + \frac{1}{2^2}F(2^2x) + \ldots\right] - 2l2.$$

» La série du second membre étant convergente, on a

$$\lim_{n=\infty}\left[\frac{1}{2^n}F(2^n x)+\frac{1}{2^{n+1}}F(2^{n+1}x)+\ldots\right]=0.$$

» Posant $2^{n-1}x = X$,

$$\frac{x}{2}\lim_{X=\infty}\left\{\frac{1}{X}\left[\frac{1}{2}F(2X)+\frac{1}{2^2}F(2^2X)+\ldots\right]\right\}=0$$

ou

$$\lim_{X=\infty}\left[\frac{-\Phi(X)+2l2}{X}\right]=0$$

ou enfin

$$\lim_{X=\infty}\left[\frac{\Phi(X)}{X}\right]=0. \qquad \text{C. Q. F. D.}$$

Donc

$$\psi(x)=x(1+A),$$

A devenant nul pour $x=\infty$.

» Ainsi $\psi(x)$ est asymptotique à x.

» Maintenant on a

$$\psi(x)-2\psi\left(x^{\frac{1}{2}}\right)<\theta(x)<\psi(x)$$

ou

$$x\left[(1+A)-2\frac{1+A'}{\sqrt{x}}\right]<\theta(x)<x(1+A).$$

» Donc $\theta(x)$ est asymptotique à x : c'est le résultat énoncé par Halphen. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles d'ordre supérieur dont l'intégrale n'admet qu'un nombre fini de déterminations.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« En étendant les méthodes de M. Picard à l'étude des transformations simplement rationnelles des surfaces (voir les *Comptes rendus*, janvier, février 1890), j'ai déjà signalé l'utilité de cette théorie pour l'intégration de certaines classes d'équations du second ordre; mais les résultats que j'ai obtenus peuvent être rendus beaucoup plus complets et précis, et c'est ce que je me propose de montrer dans cette Note.

» Considérons une équation du second ordre

(1) $$dx=\frac{dy}{y'}=\frac{dy'}{y''} \qquad \text{avec} \qquad F[y'',y',y,(x)]=0,$$

F étant algébrique et de genre p en y'', y', y. Si l'intégrale de (1) ne prend que n valeurs autour des points critiques mobiles, cette intégrale est une fonction à n déterminations, transcendante ou algébrique, des valeurs y_0, y'_0 de y, y' pour $x = x_0$. Nous étudions exclusivement *le cas où y est une fonction algébrique des constantes y_0, y'_0*. L'intégrale peut alors s'écrire

$$(2) \qquad y^n + R_{n-1}[\alpha, \beta, \gamma, (x)] y^{n-1} + \ldots + R_0[\alpha, \beta, \gamma, (x)] = 0;$$

les α, β, γ sont trois constantes, liées par une relation algébrique

$$(3) \qquad \varphi(\alpha, \beta, \gamma) = 0,$$

qui entrent rationnellement dans les R_i et qui, inversement, s'expriment en fonction rationnelle de y'', y', y : $\alpha = \rho[y'', y', y, (x)]$, etc. Toute intégrale première de cette forme $\delta = R[y'', y', y, (x)]$ est une fonction rationnelle de α, β, γ. Si l'on tient compte de $F = 0$, α et β sont des fonctions algébriques de y', y que nous représentons par (α) et (β).

» Ceci rappelé, soit ϖ le genre de la surface $\varphi = 0$, et soit Q_i un des ϖ polynômes *adjoints* à cette surface, P_j un des p polynômes adjoints à $F = 0$. On a

$$(4) \qquad \left\{ \begin{aligned} &\frac{Q_i(\alpha, \beta, \gamma)}{\varphi'_\gamma} \left[\frac{\partial(\alpha)}{\partial y} \frac{\partial(\beta)}{\partial y'} - \frac{\partial(\alpha)}{\partial y'} \frac{\partial(\beta)}{\partial y} \right] \\ &= \frac{\lambda_1 P_1 + \lambda_2 P_2 + \ldots + \lambda_p P_p}{F'_{y''}} = \frac{P[y'', y', y, (x)]}{F'_{y''}}. \end{aligned} \right.$$

» D'autre part, $\left[\frac{\partial(\alpha)}{\partial y} \frac{\partial(\beta)}{\partial y'} - \frac{\partial(\alpha)}{\partial y'} \frac{\partial(\beta)}{\partial y} \right]$ est un dernier multiplicateur de (1); il en est donc de même de $\frac{P}{F'_{y''}}$. *L'équation au dernier multiplicateur de* (1) *doit donc admettre ϖ solutions, linéairement distinctes, de la forme* $\frac{P}{F'_{y''}}$. En exprimant qu'il en est ainsi, on obtient un système d'équations linéaires et homogènes entre les $\lambda_i(x)$ et les $\frac{d\lambda_i}{dx}$. L'intégrale de ce système doit dépendre de ϖ constantes arbitraires.

» J'ai déjà établi un théorème analogue pour les *équations du premier ordre :* dans ce cas, y s'exprime rationnellement à l'aide de deux constantes α, β liées par la relation algébrique $\varphi(\alpha, \beta) = 0$ de genre ϖ'. Si P désigne un des polynômes adjoints de la courbe $F[y', y, (x)] = 0$, le binôme $(dy - y'\,dx)$ doit admettre ϖ' multiplicateurs de la forme $\frac{P}{F'_{y'}}$. *Inversement,* s'il existe q multiplicateurs de cette forme ($q > 1$), l'intégrale

est bien de l'espèce étudiée et $\varpi' = q$. Quand $q = 1$, l'équation s'intègre par deux quadratures dont une totale; si l'intégrale est de l'espèce étudiée (ce qui n'a pas lieu nécessairement), ϖ' est égal à 1.

» Pour les équations du second ordre, cette réciproque est plus compliquée. Quand il existe q multiplicateurs ($q > 1$) tels que $\frac{P}{F'_{y''}}, \frac{P'}{F'_{y''}}, \ldots,$ deux cas peuvent se présenter :

» 1° *Les intégrales premières* $\frac{P}{P'} = h$ *ne se confondent pas toutes entre elles.* — L'intégrale de (1) est bien alors une fonction algébrique des constantes. De plus, *la relation* $\varphi = 0$ *est de genre* $\varpi = q$; en effet, l'égalité

$$\frac{P}{F'_{y''}} = A(\alpha, \beta)\left[\frac{\partial(\alpha)}{\partial y}\frac{\partial(\beta)}{\partial y'} - \frac{\partial(\alpha)}{\partial y}\frac{\partial(\beta)}{\partial y}\right]$$

montre que A est une fonction rationnelle de α, β, γ. A l'intégrale double de première espèce $\int\int A\, d\alpha\, d\beta$ correspond une intégrale de première espèce de $\varphi = 0$. Le genre ϖ de $\varphi = 0$ est donc au moins égal à q, et, comme il ne peut dépasser q, on a $\varpi = q$. La surface $\varphi = 0$ n'admet pas d'ailleurs une infinité de transformations birationnelles en elle-même. L'équation (1) s'intègre algébriquement.

» 2° *Les intégrales* $\frac{P}{P'} = h$ *se réduisent à une seule.* — L'intégration de (1) est ramenée évidemment à celle d'une équation linéaire d'ordre q et à des quadratures. Mais on peut pousser la réduction plus loin et montrer que *les coefficients de la relation entre* y', y, *obtenue en éliminant* y'' *entre* $F = 0$ *et* $\frac{P}{P'} = h$, *dépendent d'une simple équation de Riccati.* Cette relation

$$G[y', y, (x), h] = 0$$

une fois calculée, *on en connaît, par une quadrature logarithmique, un facteur intégrant.* Mais l'intégrale n'est pas nécessairement de la forme étudiée : pour qu'il en soit ainsi, de nouvelles conditions sont nécessaires *qui permettent de calculer algébriquement la relation* $G = 0$, équation du premier ordre dont l'intégrale doit correspondre à $\varpi' = 1$; *la surface* $\varphi = 0$ *est bien alors de genre* $\varpi = q$, mais admet une transformation birationnelle continue en elle-même.

» En définitive, cherchons à *reconnaître si l'intégrale de* (1) *est une fonction algébrique des constantes telle que la relation* $\varphi = 0$ *soit du genre* ϖ *plus grand que* 1. *On reconnaît s'il en est ainsi algébriquement* (*et l'intégrale s'obtient elle-même algébriquement*) *ou l'équation s'intègre par deux quadratures.*

» Si $q = 1$, on obtient *par une simple quadrature* un multiplicateur de (1). Quand l'intégrale de (1) est bien de l'espèce étudiée, on a, dans ce cas, $\varpi = 1$.

» Quand x ne figure pas dans F, on voit aisément que les ϖ multiplicateurs de la forme $\frac{P}{F'_{y''}}$ doivent être indépendants de x. Si ϖ est supposé plus grand que 1, l'équation se ramène algébriquement à l'équation classique $G(y', y) = 0$. Quand $\varpi = 1$, comme une intégrale première est de la forme $C = x + f(y, y')$, *l'expression* $\frac{P}{F'_{y''}}(y'' dy - y' dy')$ *est une différentielle exacte*.

» C'est là un résultat obtenu différemment par M. Picard dans le cas où l'intégrale est uniforme. Sur la théorie qu'a donnée M. Picard des intégrales uniformes, on peut d'ailleurs, même dans le cas où ϖ est nul, calquer une théorie des intégrales à n valeurs.

» Quand F dépend de x, l'hypothèse $\varpi = 0$ échappe complètement à la méthode. Mais, *dans tous les cas, on sait reconnaître si l'intégrale de* (1) *ne prend qu'un nombre donné n de valeurs autour des points critiques mobiles* (et dépend algébriquement des constantes) : l'équation se ramène alors, dans l'hypothèse la plus défavorable, *aux équations linéaires*. C'est ce que je montrerai ultérieurement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires à coefficients rationnels*. Note de M. **Helge von Koch**, présentée par M. Poincaré.

« Il y a, dans la théorie des équations différentielles linéaires, des questions importantes dont on ne connaît pas encore la solution générale. Citons-en, par exemple, les suivantes :

» *Quelles sont les conditions pour qu'une équation linéaire et homogène, à coefficients rationnels, admette des intégrales uniformes dans le voisinage d'un point singulier donné?*

» *Quelles sont les conditions pour qu'elle admette des intégrales régulières dans le voisinage d'un point singulier donné?*

» En étudiant ces questions à l'aide de déterminants infinis, j'ai été conduit aux résultats que voici.

» Soit

$$(E) \qquad P_0 \frac{d^n y}{dx^n} + P_1 \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \ldots + P_n y = 0$$

l'équation considérée; les P sont des polynômes en x de degré quelconque p, n'ayant aucun diviseur commun. Un zéro a quelconque de P_0 est un point singulier pour l'équation (E). Développons les P selon les puissances de $x - a$

$$P_\nu = \sum_{\mu=1}^{p} A_{\nu\mu}(x-a)^\mu \qquad (\nu = 0, 1, \ldots, n)$$

et supposons, ce qui est évidemment permis, que le premier coefficient non nul du développement de P_0 soit égal à *un*.

» Ceci posé, on aura le théorème suivant :

» *On peut toujours, par un nombre fini d'opérations arithmétiques, déterminer* $n+1$ *entiers :* $\mu, \sigma_1, \sigma_2, \ldots, \sigma_n$ *vérifiant les conditions*

$$\sigma_1 < \sigma_2 < \ldots < \sigma_n = \mu,$$

et μ *fonctions entières, à coefficients réels, des paramètres* A : $G_1(A)$, $G_2(A), \ldots, G_\mu(A)$, *de telle manière que les relations*

$$G_1(A) = 0, \quad G_2(A) = 0, \quad \ldots, \quad G_{\sigma_s}(A) = 0$$

expriment les conditions nécessaires et suffisantes pour que l'équation (E) *admette* s ($s \leqq n$) *intégrales uniformes dans le voisinage de* $x = a$.

» Quant à la seconde question, on peut y répondre ainsi (¹) :

» *Le nombre des intégrales de* (E) *régulières dans le voisinage de* $x = a$ *est égal au nombre des racines communes aux équations*

$$f(\rho) = 0, \quad H_1(\rho) = 0, \quad H_2(\rho) = 0, \quad \ldots, \quad H_\lambda(\rho) = 0,$$

$f(\rho)$ *désignant une fonction entière rationnelle en* ρ *facile à former* (²), *de degré au plus égal à* n, *dont les coefficients sont des polynômes à coefficients entiers par rapport aux* A, *et les* $H(\rho)$ *étant des fonctions entières de* ρ *dont les coefficients sont des fonctions entières, à coefficients réels, des* A; *ces fonctions* $H(\rho)$ *peuvent toujours être déterminées au moyen d'un nombre fini d'opérations arithmétiques.*

» Ce théorème peut être remplacé par celui-ci :

» *On peut toujours, par un nombre fini d'opérations arithmétiques, déter-*

(¹) Convenons de dire, avec M. Thomé, qu'une intégrale y de (E) est régulière au point a, s'il existe une puissance $(x-a)^\rho$ telle que $(x-a)^\rho y$ reste fini pour $x = a$.

(²) L'équation $f(\rho) = 0$ est identique à l'équation déterminante qui, dans les recherches de M. Thomé, joue un rôle principal. Si $f(\rho)$ se réduit à une constante, il n'y a pas d'intégrales régulières; si $f(\rho)$ est de degré n, ce qui correspond au cas canonique envisagé par M. Fuchs, il y en a n.

miner $n+1$ *entiers :* $\nu, \tau_1, \tau_2, \ldots, \tau_n$ *vérifiant les conditions*

$$\tau_1 < \tau_2 < \ldots < \tau_n = \nu,$$

et ν *fonctions entières, à coefficients réels, des paramètres* A : $K_1(A)$, $K_2(A), \ldots, K_\nu(A)$, *de telle manière que les relations*

$$K_1(A) = 0, \qquad K_2(A) = 0, \qquad \ldots, \qquad K_{\tau_t}(A) = 0$$

expriment les conditions nécessaires et suffisantes pour que l'équation (E) *admette* $t\,(t \leqq n)$ *intégrales régulières dans le voisinage de* $x = a$.

» Les théorèmes que je viens d'énoncer subsistent pour le cas où les P sont des fonctions analytiques quelconques, a désignant un point dans le voisinage duquel ces fonctions sont holomorphes. Seulement, dans ce cas général, les fonctions G, H et K auxquelles on sera conduit contiendront une infinité de paramètres A. Ces théorèmes se déduisent facilement à l'aide des résultats obtenus dans un Mémoire antérieur (*Acta mathematica*, t. XVI). Je me propose d'y revenir une autre fois avec plus de détails. »

ÉLECTRICITÉ. — *Ondes électriques dans des fils; la dépression de l'onde qui se propage dans des conducteurs;* Note de M. **Birkeland**, présentée par M. Poincaré.

« La belle découverte des ondes électriques stationnaires dans des fils m'a donné l'idée d'examiner les mêmes phénomènes en mesurant la longueur des étincelles. Au commencement de 1892, M. Perot a publié une Note à ce sujet; toutefois il y a une différence très caractéristique entre nos résultats [1].

» La méthode fondée sur la mesure des étincelles a l'avantage de donner une représentation de l'état électrique momentané, et non pas d'une suite de phénomènes, comme c'est le cas des méthodes thermiques et mécaniques. Quant à l'exactitude de la mesure des petites étincelles, elle peut devenir très satisfaisante en utilisant le téléphone comme moyen d'observation.

» Je me bornerai à indiquer la manière de faire fonctionner le téléphone. Pour des

---

(1) Mes recherches ont été faites à la fin de 1891 et au commencement de 1892, et les résultats en ont été communiqués en juillet 1892 au Congrès des physiciens à Copenhague.

détails de la méthode comme pour les expériences préparatoires, voir notre Mémoire, qui vient de paraître dans les *Annales de Wiedemann*.

» L'arrangement des appareils n'est que celui de Hertz avec une modification.

» Soit AA′ un excitateur de Hertz; en face des plaques primaires A et A′ se trouvent des plaques collectrices B et B′, d'où partent deux fils rectilignes de cuivre B$\mathcal{C}$ et B′$\mathcal{C}$′ longs de 30^m.

» A un point M sur B$\mathcal{C}$ se trouve un micromètre, dont chaque degré correspond à 2,5 microns. L'une des boules est en contact glissant avec le fil principal B$\mathcal{C}$, l'autre est en communication avec le sol par un conducteur dans lequel est intercalé un téléphone.

» Pour éviter les effets statiques dans les conducteurs B$\mathcal{C}$ et B′$\mathcal{C}$′, ces deux fils sont réunis par une mèche trempée dans de l'acide sulfurique en dissolution et placée tout près des plaques collectrices.

» Pour contrôler l'exactitude de l'arrangement, on a à observer qu'aucune étincelle ne jaillit en M, lorsque les boules de l'excitateur sont assez éloignées l'une de l'autre pour que les étincelles puissent s'y produire.

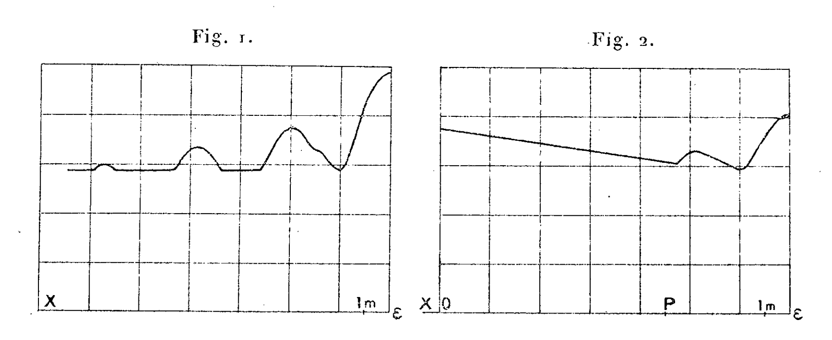
» Si l'on fait fonctionner l'excitateur, on verra toujours des étincelles au point M, à quelque endroit qu'il se trouve sur B$\mathcal{C}$; si tout est bien en place, le téléphone restera presque muet tant que la distance entre les boules du micromètre est plus grande que la distance explosive maximum; si la distance est plus petite que cette distance maximum, chaque étincelle sera indiquée par des grésillements de la plaque téléphonique; si les boules se touchent, le bruit changera complètement de caractère. On obtiendra alors de la plaque du téléphone deux fois plus de grésillements, correspondant maintenant à l'ouverture aussi bien qu'à la fermeture du courant par l'interrupteur à mercure de la bobine.

» En suivant le procédé de mesure ainsi mentionné, j'ai fait un Tableau où se trouve indiquée la longueur des étincelles en 48 points divers de la ligne B$\mathcal{C}$, distants au maximum de 15^m du point $\mathcal{C}$.

» Dans la *fig.* 1, le résultat moyen de ce Tableau est représenté quand le fil conducteur de cuivre avait 2^{mm} de diamètre. Les abscisses sont comptées en mètres à partir du point $\mathcal{C}$, les ordonnées sont proportionnelles au potentiel correspondant à la distance explosive en chaque endroit.

» Ce qui attire d'abord l'attention, ce sont les *vallées comblées*, c'est-à-dire les parties rectilignes de la courbe, là où l'on s'attendait à trouver les minima. Ce résultat s'explique sans peine, si l'on réfléchit que ce procédé d'observation nous donne le *maximum* du potentiel au point M. Ce potentiel varie d'après une loi assez complexe. L'onde directe atteint le point M à l'instant t, et l'onde réfléchie n'atteint ce même point qu'à l'intant $t + h$. Le maximum du potentiel peut être atteint soit dans l'intervalle t à $t + h$, ce qui correspond à la partie rectiligne de la courbe, soit après l'instant $t + h$, ce qui correspond à la partie sinueuse.

» Le sommet de l'onde stationnaire au point $\mathcal{E}$ semble indiquer une perte d'énergie provenant de la réflexion, comme si l'intensité de la suite d'ondes réfléchies n'était que 0,65 de celle des ondes incidentes. La plus grande partie de cette perte semble, d'après des expériences, être due au fil auxiliaire placé en M; c'est-à-dire que ce fil change en quelque sorte les conditions de la suite des ondes, qui passent, même si la distance entre les boules du micromètre est un peu plus grande que la distance explosive correspondant à l'onde directe.



» Si les extrémités des deux fils, $\mathcal{E}$ et $\mathcal{E}'$, sont réunies, de sorte qu'on ait un circuit fermé, les expériences montrent que le potentiel au point de jonction est nul; mais, au lieu des autres minima, il y a des parties rectilignes.

» La *fig.* 2 représente l'état électrique d'un fil de fer tréfilé épais de $0^{mm},2$.

» On voit que les ondes stationnaires disparaissent bientôt sous *l'enveloppe* de l'onde directe, et en même temps comment celle-ci subit une dépression, tout en s'avançant le long du conducteur. Les longueurs d'étincelles aux points O et P sont de 20^{μ} et 30^{μ}.

» Puisque les distances explosives, qui sont en rapport avec les résultats graphiquement représentés, se trouvent entre 15^{μ} et 60^{μ}, on ne peut pas employer les Tableaux d'étincelles, que l'on possède déjà, pour montrer les rapports entre les potentiels et les distances explosives.

» Prenant pour point de départ l'hypothèse qu'une onde, en parcourant des parties égales du fil, perd toujours la même fraction de son intensité, j'ai complété jusqu'à 6^{μ} un Tableau de Lord Kelvin qui va déjà à 25^{μ}. Cette hypothèse se vérifie d'une manière satisfaisante pour des étincelles plus grandes que 25^{μ}, d'après le Tableau en question.

» Pour me rendre compte de la dépression des ondes dans les différents fils métalliques, j'ai fait des expériences avec six fils, de telle sorte

que le potentiel fût mesuré sur les deux points du fil où se trouvaient le deuxième et le quatrième minimums; la distance entre ces points était $7^m,7$.

	Diamètre.	Résistance.	Distances explosives moyennes 4e minim.	2e minim.	Dépression.
	mm	Ω	μ	μ	pour 100
Fil de cuivre............	0,215	4,62	40,1	38,8	1,8
Maillechort I.........	0,095	239	59,6	44	15,8
Maillechort II (¹)......	0,24	12,1	31,4	27,5	5,8
Fil de fer doux..........	0,205	22,9	43,3	21,8	27,5
Fil de fer tréfilé.........	0,205	22,1	54,8	32,3	23,7
Corde de piano..........	0,44	8,05	40,7	27,7	16,9

» Les chiffres du Tableau montrent que l'intensité maximum d'une suite d'ondes dans le fil de fer doux, par exemple, diminue assez vite; après avoir parcouru une distance de 55^m, l'intensité est déjà tombée jusqu'à $\frac{1}{10}$ de la valeur initiale. »

OPTIQUE. — *Sur le minimum perceptible de lumière.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. H. Becquerel.

« Aubert a indiqué comme minimum perceptible de lumière une intensité environ 300 fois moindre que celle de la pleine lune. L'éclairement produit par la pleine lune, dans les meilleures conditions atmosphériques, sur l'écran translucide de mon photomètre, a été trouvé de $0^{bgm},272$; en admettant que la quantité de lumière transmise par cet écran n'est que les 0,03 de la lumière incidente, il en résulte, pour l'intensité perçue, environ la valeur $0^{bg},008$ qui, divisée par 300, donne $0^{bg},0000267$.

» Ce nombre est trop grand. Appliquées à la détermination du minimum perceptible, les méthodes photométriques usuelles ne peuvent conduire qu'à des résultats fautifs. Les quantités de lumière transmises à travers des verres absorbants décroissent, suivant une loi inconnue, avec l'intensité de la lumière. Dans les étalonnages successifs de sources de plus en plus faibles au moyen des photomètres fondés sur la loi du carré des distances, l'erreur se multiplie avec le nombre des opérations. Dans les mesures fondées sur la diaphragmation des objectifs, on commet une erreur rela-

(¹) Le fil m'a été fourni comme *maillechort secondaire;* il ne contenait pas de nickel et était un alliage quelconque, non magnétique.

tive considérable sur la quantité très petite qu'on mesure avec une graduation nécessairement resserrée.

» J'ai appliqué à la mesure de mon minimum perceptible de lumière la loi de déperdition lumineuse du sulfure de zinc et spécialement la formule asymptotique

$$i^{0,5}(t-18,5)=1777,8,$$

qui reproduit fidèlement les observations aux temps les plus longs et à laquelle M. Henri Becquerel a donné un fondement théorique en montrant que l'amplitude du mouvement d'une molécule vibrante, avec amortissement proportionnel au carré de la vitesse, est l'inverse d'une fonction linéaire du temps; or l'intensité lumineuse ou la force vive des molécules d'éther, lorsque la différence entre deux oscillations consécutives est très petite, comme il arrive au bout de temps très longs, peut être confondue avec le carré de l'amplitude; on retrouve ainsi l'expression $i^{0,5}(t+c)=K$.

» J'ai noté le temps (quatre heures) au bout duquel mon œil, après un séjour d'une heure dans l'obscurité, pouvait à peine distinguer l'intensité du sulfure de la lumière propre de la rétine. J'avais eu soin, pour diminuer l'attente, d'interposer entre l'écran phosphorescent de mon photoptomètre et le ruban de magnésium quatre verres dépolis. Je pouvais m'assurer, en enlevant un verre, que la tache lumineuse perçue n'était pas une illusion. En désignant par $\frac{i}{d^2}$ l'éclairement de l'écran translucide équivalent à l'éclat du sulfure calculé par la formule asymptotique; en appelant α le coefficient moyen d'absorption des quatre verres pour des intensités très fortes du magnésium incandescent ($\alpha=0,878$); β le coefficient moyen d'absorption des quatre verres pour des intensités très faibles, comparables à celle du sulfure ($\beta=0,71$); λ le coefficient d'absorption de l'écran translucide du photomètre ($\lambda=0,0324$), on a le minimum perceptible p par la relation

$$p=\frac{i\alpha^4\beta^4\lambda}{d^2}=29.10^{-9} \text{ bougies (29 milliardièmes de bougie).}$$

» Ce nombre n'est que le quintuple environ de 6.10^{-9} qu'Edmond Becquerel a indiqué, mais avec une réserve bien naturelle, l'ayant obtenu par extrapolation à trente heures de la formule

$$i^{0,806}(t+2,83)=2,83,$$

vérifiée pendant 4780″ pour le sulfure de strontium. Des yeux entraînés à cet exercice fatigant pourraient certainement atteindre ce nombre et même des nombres un peu inférieurs.

» Pour avoir des nombres le plus petits possible, il est indispensable de conserver l'œil le plus longtemps possible dans l'obscurité. En calculant les expériences que M. A. Charpentier a faites sur les variations du minimum perceptible suivant la durée t du séjour de l'œil dans l'obscurité, j'ai trouvé qu'elles sont passablement bien représentées, de 3′ à 11′, par la formule $t^2 p = K$. »

PHOTOMÉTRIE. — *Sur le sulfure de zinc phosphorescent, considéré comme étalon photométrique.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. H. Becquerel.

« Un étalon photométrique doit émettre, dans des conditions déterminées et faciles à réaliser, toujours la même quantité de lumière.

» Je me suis assuré que la loi de déperdition lumineuse du sulfure de zinc est la même pour deux échantillons inégalement phosphorescents, préparés par des mains différentes dans des locaux différents et à plusieurs mois de distance, c'est-à-dire que cette loi est toujours exprimée par une équation de la forme $i^m(c+t) = K$, en particulier par la formule

$$i^{0,598}(t + 28,35) = K \text{ (}^1\text{)}.$$

On sait, par les travaux d'Edmond Becquerel, que les valeurs de m et de c varient, pour les sulfures alcalino-terreux, d'un échantillon à l'autre.

» J'ai indiqué (*Comptes rendus*, 14 novembre) que la loi de déperdition lumineuse du sulfure de zinc pour des épaisseurs très faibles de la couche, inaccessibles à la mesure (les épaisseurs imprimées sur du papier par une planche gravée à l'aquateinte), est, dans les limites d'épaisseur des couches en question,

$$i^{0,5}(t + 23) = K.$$

» Recherchant l'influence de variations d'épaisseurs notables, j'ai constaté que la loi de déperdition est la même pour des épaisseurs variant du

(1) Ces constantes sont un peu plus approchées que celles indiquées dans ma Communication du 10 octobre.

simple au double (de $0^{mm},45$ à $0^{mm},9$), c'est-à-dire qu'elle est toujours $i^{0,598}(t + 28,35) = K$.

» J'ai cherché la relation qui relie l'éclat maximum de l'écran de mon photomètre et la distance à laquelle brûle un ruban de magnésium de $0^{m},15$ de long, de $0^{m},0025$ de large, de $0^{m},0001$ d'épaisseur, et j'ai constaté que, pour des distances inférieures à $0^{m},28$, cet éclat est sensiblement indépendant de la distance. Cherchant à préciser la relation entre les quantités de lumière reçues q (inverses du carré des rapports des distances à la distance maxima déterminant l'éclat maximum du sulfure) et les valeurs relatives des éclats du sulfure i_q par rapport à l'éclat maximum i_Q, j'ai trouvé que l'équation

$$\frac{i_q}{i_Q} = 1 - e^{-\frac{q^{0,893}}{10,1}}$$

rend très bien compte des observations ($e = 2,71818$).

» J'ai constaté que l'éclat maximum, pour l'épaisseur de couche de l'écran de mon photomètre ($0^{mm},9$) et à des distances inférieures à $0^{m},28$, est indépendant de la longueur du ruban brûlé, la longueur étant supérieure à $0^{m},15$.

» En résumé, dans des limites assez étendues et conséquemment dans des conditions faciles à réaliser, qui correspondent à la saturation lumineuse, la quantité de lumière émise par le sulfure de zinc phosphorescent à un instant donné est indépendante de la distance du magnésium, indépendante du temps d'illumination, indépendante de l'épaisseur de la couche du sulfure; en un mot, le sulfure de zinc phosphorescent présente au plus haut degré les caractères que l'on exige d'un étalon photométrique secondaire. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un platonitrite acide de potassium* (1).
Note de M. **M. Vèzes**, présentée par M. Troost.

« I. Une dissolution de platonitrite de potassium, légèrement acidulée par un acide quelconque, donne lieu, à partir d'un certain degré de concentration, au dépôt sur les parois du vase d'une croûte rouge foncé, cristallisée en très fines aiguilles, très peu soluble dans l'eau froide, mais très soluble dans l'eau chaude qu'elle colore en jaune. Cette matière se produit également d'une façon constante quand on concentre des solutions

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

acides des dérivés chlorés, bromés ou iodés du platonitrite, pourvu que ces dérivés renferment au moins deux atomes d'azote par atome de platine.

» Pour préparer cette matière en quantité notable, j'ai traité une solution concentrée et chaude de platonitrite par une quantité équivalente d'acide sulfurique titré, de manière que le mélange correspondît à la formule $Pt(AzO^2)^4K^2 + SO^4H^2$. La liqueur verte obtenue, fortement concentrée sous l'action de la chaleur, a fourni un dégagement assez notable de vapeurs nitreuses, et s'est prise par refroidissement en une masse rouge foncé, formée de très fines aiguilles anisotropes mélangées à quelques petits cristaux incolores de sulfate de potassium. Cette matière, essorée à la trompe et lavée à l'eau froide, a été purifiée par plusieurs cristallisations dans l'eau chaude.

» II. On obtient de la sorte un sel rouge, agissant sur la lumière polarisée. Desséché à froid par compression sur du papier à filtres, il contient de l'eau d'hydratation qu'il perd par efflorescence, lentement à froid dans l'air sec, rapidement à 100°. Sous l'action de la chaleur, il se décompose avec effervescence, en dégageant des vapeurs nitreuses et de la vapeur d'eau, et laissant un résidu métallique.

» Ce résidu, repris par l'eau chaude, donne du platine et une liqueur qui réduit le permanganate de potassium et ne précipite pas par les sels de baryum; elle contient donc uniquement de l'azotite de potassium. Il en résulte que le sel rouge qui lui a donné naissance est un composé de platine, de potassium, d'azote, d'hydrogène et d'oxygène.

» L'analyse de ce sel conduit en effet à la formule

$$Pt^3O(AzO^2)^6K^2H^4 + 3H^2O.$$

» D'après cette formule, le sel rouge est le sel acide bipotassique d'un acide hexabasique inconnu dont la formule serait

$$Pt^3O(AzO^2)^6H^6 = O\left\langle \begin{array}{l} Pt\left\langle \begin{array}{l} AzO - OH \\ \vert \\ AzO - OH \end{array}\right. \\ \vert \\ Pt\left\langle \begin{array}{l} AzO - OH \\ \vert \\ AzO - OH \end{array}\right. \\ \vert \\ Pt\left\langle \begin{array}{l} AzO - OH \\ \vert \\ AzO - OH \end{array}\right. \end{array}\right. .$$

» Il convient de le rapprocher de deux composés analogues décrits par Nilson (¹), l'acide triplatooctonitrosylique

$$Pt^3O(AzO^2)^8H^4 + 2H^2O,$$

(¹) Nilson, *Berichte der deutsch. chem. Gesellschaft*, t. X, p. 934.

et le triplatooctonitrite de potassium

$$Pt^3O(AzO^2)^8K^4 + 2H^2O.$$

» Par analogie avec ces corps, je le désignerai par le nom de *triplato hexanitrite acide de potassium*.

» III. Il m'a paru nécessaire de vérifier la formule ainsi admise, surtout en ce qui concerne l'hydrogène; le poids moléculaire de ce sel est, en effet, tellement fort, que quelques atomes d'hydrogène en plus ou en moins modifieraient à peine les proportions centésimales des éléments; et la proportion trouvée pour l'hydrogène lui-même concorderait aussi bien, sinon mieux, avec la formule $Pt^3O(AzO^2)^6K^2H^5$ qu'avec la formule $Pt^3O(AzO^2)^6K^2H^4$. J'ai donc cherché à vérifier indirectement le dosage de l'hydrogène, en mesurant l'acidité de la matière, c'est-à-dire la quantité de potasse nécessaire pour rendre sa solution neutre, par suite d'une substitution complète du potassium à l'hydrogène.

» Les résultats obtenus ont varié avec la matière colorante employée comme indicateur. Avec le tournesol, la neutralité a été obtenue après addition de 1 molécule de potasse à 1 molécule de matière. Si l'on admettait que la neutralité au tournesol correspondît à la substitution complète du potassium à l'hydrogène, cette expérience conduirait à la formule $Pt^3O(AzO^2)^6K^2H$.

» Au contraire, si l'on fait usage de la phtaléine, on constate que la neutralité n'est obtenue qu'après addition de 4 molécules de potasse à 1 molécule de matière. Si l'on admet que la neutralité à la phtaléine correspond à la substitution complète du potassium à l'hydrogène, ce résultat justifie la formule adoptée. La réaction s'exprime en effet par l'équation

$$Pt^3O(AzO^2)^6K^2H^4 + 4KOH = Pt^3O(AzO^2)^6K^6 + 4H^2O.$$

» L'emploi des indicateurs colorés pouvant laisser un certain doute, j'ai fait usage d'une méthode physique pour déterminer avec certitude la quantité de potasse nécessaire pour saturer l'acidité de la matière. La méthode calorimétrique n'était pas applicable : la matière est en effet trop peu soluble à froid (une solution à $\frac{1}{100}$ de molécule par litre est saturée vers 16°) pour que sa combinaison avec la potasse puisse dégager une quantité de chaleur appréciable. En revanche, la méthode électromé-

trique m'a paru particulièrement propre à résoudre le problème proposé ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la décomposition du chloroforme en présence de l'iode*. Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« La décomposition du chloroforme sous l'action de la chaleur semble n'avoir été étudiée jusqu'ici qu'au rouge vif, température à laquelle une grande quantité de charbon est mise en liberté, en même temps qu'il se forme de l'hexachlorure de benzine C^6Cl^6; de fait, la décomposition est très faible si l'on opère à une température où il n'y a pas de charbon mis en liberté, même en faisant passer les vapeurs sur de la pierre ponce platinée en vue de favoriser la décomposition.

» L'iode facilite la décomposition du chloroforme; on s'en assure en chauffant pendant une trentaine d'heures, à 250°-275°, des tubes scellés renfermant les uns du chloroforme pur, les autres celui-ci additionné d'iode. On constate que, tandis que les premiers n'ont pas changé d'aspect, les derniers sont tapissés de charbon et laissent dégager, quand on les ouvre, un peu d'acide chlorhydrique mêlé d'un gaz chlorocarboné.

» Pour réaliser la décomposition sur une plus grande quantité de matière, on dirige un courant de vapeurs de chloroforme, préalablement additionné de 1 pour 100 d'iode, à travers un tube de verre rempli de pierre ponce poreuse ou de ponce platinée; ce tube est placé sur une grille à analyse et chauffé au rouge naissant; on règle d'ailleurs cette température de façon à éviter la mise en liberté de charbon. Il se dégage de l'acide chlorhydrique et le liquide recueilli, formé en majeure partie de chloroforme non décomposé, est cohobé et redistillé sur la ponce jusqu'à ce que la température d'ébullition montre que la majeure partie du chloroforme a distillé; on cohobe de nouveau et l'on répète la même opération cinq ou six fois.

» Le produit brut obtenu est débarrassé de l'iode, qui se retrouve presque en totalité, au moyen d'une dissolution alcaline, puis débarrassé par distillation du chloroforme non décomposé (environ 15 pour 100). Il renferme alors, outre les produits qui seront énumérés tout à l'heure, de petites quantités de composés iodés que je n'ai pu isoler à cause de leur faible proportion dans un mélange très complexe et de leur instabilité qui fait qu'ils se détruisent à la distillation avec mise en liberté d'iode;

([1]) J'exposerai ultérieurement, avec plus de détails, les résultats auxquels m'a conduit l'application de cette méthode aux mélanges du sel étudié et de potasse, résultats qui confirment d'ailleurs ceux qu'a fournis l'emploi de la phtaléine, de sorte qu'il ne reste plus aucun doute sur la formule du triplatohexanitrite acide de potassium.

leur présence est rendue indubitable par la forte coloration que prend le liquide pendant le fractionnement, alors qu'il était préalablement incolore. C'est à la formation et destruction de ces composés iodés qu'il faut attribuer l'action de présence que semble exercer l'iode dans cette décomposition.

» Pour séparer les autres produits, on recueille ce qui distille jusqu'à 130°, et le liquide ainsi obtenu est fractionné à part et donne du tétrachlorure de carbone CCl^4 (ébullition + 80°) et du dichlorure de carbone C^2Cl^4 (ébullition + 122°). Le reste se prend en masse; on filtre à la trompe, la partie solide est formée de sesquichlorure de carbone C^2Cl^6 et d'hexachlorure de benzine C^6Cl^6 qu'on sépare par une distillation. Le liquide séparé à la trompe est fractionné à son tour et renferme, outre une petite quantité de sesquichlorure C^2Cl^6 et de l'hexachlorure C^6Cl^6 qui sont dissous, un peu d'un liquide distillant à + 160° qui est le corps C^2HCl^5 qui est connu, puis un liquide distillant de 200° à 210° entraînant avec lui du sesquichlorure qui distille à + 185° et dont il est impossible de le débarrasser par fractionnements. On y parvient cependant en maintenant ce liquide pendant plusieurs jours à 100° dans un ballon à long col en relation avec une trompe qui y fait le vide.

» Le sesquichlorure, plus volatil que le liquide, se sublime puis s'élimine lentement. Le liquide, ainsi purifié, distille à + 210° et présente à l'analyse la composition C^4Cl^6.

» C'est un liquide incolore se décomposant très légèrement à la distillation en se colorant en jaune; odeur aromatique peu agréable, ne se solidifie pas à — 35°. Sa densité de vapeur, prise à l'aide de l'appareil Meyer à 310° dans la vapeur de diphénylamine, est 8,35 : théorie 9,03.

» La théorie permet de prévoir l'existence de deux composés de formule C^4Cl^6 et deux corps de cette composition ont déjà été décrits, et leurs propriétés bien différentes de celles du corps que je viens de décrire.

» *En résumé*, la décomposition au rouge naissant du chloroforme en présence de 1 pour 100 d'iode donne comme produits principaux, dont les poids, rapportés au poids du produit brut de la réaction débarrassé du chloroforme non décomposé, sont : C^2Cl^4 35 pour 100 (soit 20 pour 100 du chloroforme employé), C^2Cl^6 20 pour 100, et, comme produits accessoires : CCl^4 15 pour 100, C^6Cl^6 10 pour 100, C^4Cl^6 8 pour 100, le reste formé de produits non séparés comprenant de petites quantités de composés iodés et un peu de C^2HCl^5. Ces rendements sont un peu variables et dépendent de la température à laquelle on opère. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques éthers de l'homopyrocatéchine* [1]. Note de M. **H. Cousin**, présentée par M. Moissan.

« Éthers méthyliques. — L'homopyrocatéchine forme deux éthers méthyliques :

» 1° L'éther monométhylique ou créosol connu depuis longtemps et qui existe dans la créosote de goudron de hêtre; 2° l'éther diméthylique retiré aussi de la créosote. J'ai préparé ces corps en partant de l'homopyrocatéchine cristallisée afin de comparer leurs propriétés à celles des corps retirés de la créosote.

» Quand on chauffe l'homopyrocatéchine avec de la potasse en solution dans l'alcool méthylique et de l'iodure de méthyle, les deux éthers se forment en même temps : l'éther diméthylique se forme en proportion d'autant plus grande, que l'on fait réagir plus d'iodure de méthyle. Le mélange d'homopyrocatéchine de potasse et d'iodure de méthyle, en différentes proportions, comme il vient d'être dit, est chauffé deux heures au bain-marie dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux : l'excès d'iodure de méthyle et d'alcool méthylique est chassé par distillation et le produit de la réaction traité par l'eau qui sépare un liquide huileux mélange des deux éthers; ces deux corps sont séparés de la façon suivante : un mélange de 1^{vol} de liquide, 1^{vol} de lessive de soude concentrée et 2^{vol} d'eau est agité fortement avec 2^{vol} d'éther : l'éther monométhylique est soluble dans la soude, l'éther s'empare de l'éther diméthylique; la solution alcaline est traitée par un acide étendu ce qui met en liberté le créosol : la couche éthérée évaporée laisse comme résidu l'éther diméthylique.

» *Éther monométhylique :* $C^6H^3\underset{(1)}{-}CH^3\underset{(3)}{-}OCH^3\underset{(4)}{-}OH$. — Le liquide desséché dans le vide distille presque complètement entre 217° et 220° : c'est un liquide incolore à odeur forte de créosote; sa densité à 0° est 1,1106 : j'ai comparé la densité de ce corps à celle du créosol retiré de la créosote : j'ai trouvé $D^0 = 1,0971$; Hlasivetz donne 1,0894 pour la densité du créosol à 13°, point d'ébullition 218°-219°; peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, les lessives alcalines; se solidifie par la potasse alcoolique concentrée comme le créosol de la créosote [2].

» *Éther diméthylique :* $C^6H^3\underset{(1)}{-}CH^3\underset{(3)}{-}OCH^3\underset{(4)}{O}CH^3$. — Le résidu de l'évaporation de la couche éthérée desséché dans le vide distille entre 215°-218°; c'est un liquide incolore à odeur de créosote, très peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther,

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. le professeur Jungfleisch à l'École de Pharmacie.

(2) *Analyses :* carbone 69,85, 69,82, 69,35; hydrogène 7,10, 7,11, 7,19; *théorie :* $C = 69,56$; $H = 7,24$.

insoluble dans les alcalis; point d'ébullition 216°-217°. Mendelsohn a donné 218°; sa densité à 0° est 1,0668. J'ai trouvé pour la densité de l'éther diméthylique préparé avec du créosol de la créosote $D^0 = 1,0589$; sa solution dans l'eau ne se colore pas en vert par le perchlorure de fer ([1]).

» Éthers éthyliques. — Les éthers éthyliques se forment quand on chauffe l'homopyrocatéchine avec de la potasse alcoolique étendue et de l'iodure d'éthyle. Je les ai préparés comme les éthers méthyliques, mais ces corps s'altérant par des distillations faites à la pression ordinaire, j'ai dû les rectifier dans le vide. Sous la pression de $0^m,07$ de mercure, la partie correspondant à l'éther monoéthylique a distillé entre 121° et 124° : la partie correspondant à l'éther diéthylique entre 123° et 125°.

» *Éther monoéthylique* $C^6H^3\text{-}\underset{(1)}{CH^3}\text{-}\underset{(3)}{OC^2H^5}\text{-}\underset{(4)}{OH}$. — Liquide incolore à odeur aromatique analogue à celle du créosol : bouillant vers 226°-227° à la pression ordinaire et se décomposant en partie à cette température : densité à 0°,10928, très soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, les lessives alcalines concentrées; ne se solidifie pas par la potasse alcoolique; la solution aqueuse traitée par le perchlorure de fer prend une coloration verte passant rapidement au brun ([2]).

» *Éther diéthylique* $C^6H^3\text{-}\underset{(1)}{CH^3}\text{-}\underset{(3)}{OC^2H^5}\text{-}\underset{(4)}{OC^2H^5}$. — Liquide incolore à odeur de créosote; point d'ébullition, 228° et subit, à cette température, une décomposition partielle; densité à 0°, 1,0303; très peu soluble dans l'eau, et la solution ne se colore pas par le perchlorure de fer; soluble dans l'alcool, l'éther; insoluble dans les alcalis ([3]).

» *Éther méthyléthylique* $C^6H^5\text{-}\underset{(1)}{CH^3}\text{-}\underset{(3)}{OCH^3}\text{-}\underset{(4)}{OC^2H^5}$. — J'ai préparé ce corps déjà obtenu par Hlasiwetz en traitant l'éther monométhylé par l'iodure d'éthyle en présence de potasse.

» Point d'ébullition, 223°-224°; densité à 0°, 1,032 ([4]).

» *Éther diacétique* $C^6H^3\text{-}\underset{(1)}{CH^3}\text{-}\underset{(3)}{OCOCH^3}\text{-}\underset{(4)}{OCOCH^3}$. — Je chauffe deux heures, dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux : homopyrocatéchine, 1 molécule; anhydride acétique, 2 molécules; le produit de la réaction est agité plusieurs fois avec de l'eau qui enlève l'homopyrocatéchine et l'anhydride qui n'ont pas réagi.

» La partie insoluble dans l'eau est recueillie et desséchée; on purifie le liquide

---

([1]) *Analyses :* carbone 70,93 — 71,06; hydrogène 7,89 = 7,84; *théorie :* C = 71,05, H = 7,88.

([2]) *Analyses :* carbone, 70,80, 70,80; hydrogène, 7,70, 7,86; *théorie :* C = 71,05, H = 7,88.

([3]) *Analyses :* carbone, 73,57, 73,06; hydrogène, 9,11, 8,80; *théorie :* C = 73,33, H = 8,88.

([4]) *Analyses :* carbone, 72,17; hydrogène, 8,61; *théorie :* C = 72,28, H = 8,43.

épais ainsi obtenu par distillation dans le vide; sous la pression de 7^{cm} de mercure, il distille presque sans résidu entre 160° et 161°.

» C'est un liquide visqueux, se colorant en jaune à la lumière; sous la pression normale, il bout vers 263°-264° en se décomposant en partie; très peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther, les alcalis le décomposent même en solution aqueuse étendue; la potasse alcoolique le détruit immédiatement avec formation d'acétate d'éthyle; sa solution aqueuse ne se colore pas en vert par le perchlorure de fer (1).

» Ces recherches sont poursuivies. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la détermination du phosphore dans les fers et les aciers*. Note de M. **Adolphe Carnot**, présentée par M. Daubrée.

« On sait que les aciers et les fers de bonne qualité ne peuvent renfermer qu'une très petite proportion de phosphore et que quelques dix-millièmes de cet élément suffisent à modifier beaucoup les propriétés du métal. Aussi attache-t-on la plus grande importance à une détermination exacte de la teneur en phosphore.

» De nombreuses méthodes ont été proposées et donnent, dans les différents laboratoires, des résultats souvent peu concordants. La méthode que je viens d'étudier, fondée comme la plupart des autres sur l'emploi du molybdate d'ammoniaque, fournit, avec moins de peine, des résultats plus réguliers et plus sûrs.

» Elle en diffère : 1° par le mode de séparation (et de dosage) du silicium, qui se fait au moyen de l'acide sulfurique; 2° par le procédé de destruction des composés du carbone, où l'on se sert de l'acide chromique; 3° par la nature du composé final; ce composé n'est plus le pyrophosphate de magnésie, contenant 27,928 pour 100 de phosphore, mais le phosphomolybdate d'ammoniaque desséché, qui, obtenu par une seconde précipitation, dans des conditions toujours identiques, présente une composition constante. Il ne renferme que 1,628 pour 100 de phosphore, c'est-à-dire 17 fois moins que le pyrophosphate. De là une précision beaucoup plus grande dans le dosage.

» On opère sur une prise d'essai de 5^{gr} pour les fers, les aciers et les fontes pures (il suffirait de 1^{gr} ou même $0^{gr},500$ pour les fontes phosphoreuses).

---

(1) *Analyses :* carbone, 63,47, 63,38; hydrogène, 6,9, 6,24; *théorie :* C = 63,46, H = 5,76.

» Le métal est attaqué par 40^{cc} d'acide nitrique pur dans une capsule de porcelaine assez grande qu'on recouvre aussitôt d'un entonnoir renversé, afin d'éviter les projections de gouttelettes liquides. Quand l'effervescence s'arrête, on chauffe doucement pour compléter l'attaque et on lave l'entonnoir avec un peu d'eau, qu'on reçoit dans la capsule. On y verse, tout en agitant le liquide avec une baguette de verre, 10^{cc} d'acide sulfurique concentré (2^{cc} par gramme de métal). Il se produit un magma volumineux, qui se redissout par l'agitation et la chaleur. On évapore doucement, soit sur un petit brûleur à couronne, en remuant constamment pendant un quart d'heure, soit en laissant au bain de sable pendant un temps plus long; la masse devient bientôt pâteuse, puis se dessèche et se réduit en grumeaux faciles à écraser avec la baguette.

» On porte à l'étuve et on maintient à une température de 120° à 125° pendant deux heures, de manière à chasser entièrement l'acide azotique et à rendre la silice bien insoluble dans toute la masse. On redissout ensuite par 50^{cc} environ d'eau bouillante et on lave avec une égale quantité d'eau sur un filtre, en recevant le liquide dans une fiole d'un litre.

» La silice reste sur le filtre; elle est habituellement colorée en noir ou en gris par le graphite et peut être mêlée de peroxyde de manganèse. On dissout ce dernier au-dessus d'une autre fiole par un peu d'acide chlorhydrique concentré et on lave à l'eau chaude. On calcine pour brûler le graphite et l'on pèse la silice, qui est devenue blanche. Ce poids, multiplié par le coefficient 0,4667, fournit un dosage exact du *silicium*, comme dans la méthode de Drown et Shimer.

» Le liquide filtré contient des composés organiques provenant de la transformation du carbure de fer sous l'action des acides et qui pourraient gêner la précipitation de l'acide phosphorique. Pour brûler la matière organique, on ajoute environ 1^{gr} d'acide chromique et l'on chauffe pendant une demi-heure à la température d'ébullition. Cette opération a, de plus, l'avantage de ramener sûrement à l'état d'acide orthophosphorique le peu d'acide pyrophosphorique qui aurait pu se former pendant l'évaporation à sec.

» On verse ensuite dans la liqueur 60^{cc} à 80^{cc} de la solution molybdique à 5 pour 100, préparée comme de coutume, et on maintient à 100° pendant deux ou trois heures, temps nécessaire pour que la précipitation soit bien complète. On laisse reposer et refroidir, puis on décante le liquide sur un filtre et on lave le dépôt dans la fiole avec de l'eau tiède additionnée d'un vingtième de son volume de la solution molybdique, jusqu'à ce que le liquide de lavage ne se colore plus que très faiblement en rose par le sulfocyanure d'ammonium, c'est-à-dire ne contienne plus que des traces négligeables de fer.

» On dissout alors le précipité dans la fiole par 30^{cc} d'ammoniaque, étendue de son volume d'eau chaude et, plaçant sur un petit matras de 150^{cc} l'entonnoir avec le filtre, sur lequel on avait décanté la liqueur acide, on y fait passer la solution ammoniacale. On lave la fiole et le filtre avec 50^{cc} d'eau bouillante, un peu ammoniacale, en s'aidant de la trompe.

» Le filtre a pu retenir de petites quantités d'hydrate et de phosphate ferrique, on les redissout par quelques gouttes d'acide nitrique étendu et chaud, que l'on ajoutera plus tard à la liqueur acide.

» La solution ammoniacale, filtrée et refroidie, est peu à peu neutralisée par l'acide azotique, sans que la température s'élève au-dessus de 40°; lorsqu'il commence à se

former un précipité jaune que l'agitation ne redissout pas, on ajoute, en surplus, 3^{cc} d'acide nitrique pur et la petite quantité d'acide dilué, qui a servi à laver le filtre.

» On abandonne deux heures à la température de 40° environ pour la précipitation du phosphomolybdate d'ammoniaque. Le liquide est alors décanté sur un filtre taré et remplacé par de l'eau acidulée par 1 pour 100 d'acide azotique. Après deux ou trois lavages, on fait passer le précipité sur le filtre, on le lave à la trompe avec un peu d'eau distillée, on le sèche à l'étuve à 100° et on le pèse dans un petit flacon spécial à large ouverture, où le filtre, bien que devenu un peu cassant, puisse entrer sans se briser.

» Par cette seconde précipitation de phosphomolybdate d'ammoniaque, dans des conditions de température et d'acidité bien définies, on obtient un produit de composition constante, exempt de fer et sans excès d'acide molybdique, ce qu'on ne pourrait avoir régulièrement par la première précipitation, faite à température plus élevée, en présence d'un assez grand excès de liqueur molybdique et d'une grande quantité de sels de fer.

» Le poids du phosphore contenu s'obtient en multipliant le poids du précipité desséché par le coefficient 0,01628.

» Comme on a attribué au phosphomolybdate d'ammoniaque plusieurs compositions différentes, il m'a paru nécessaire d'en faire l'objet d'un examen spécial.

» L'analyse a été faite en dissolvant par l'ammoniaque et précipitant successivement l'acide phosphorique par la mixture magnésienne et le molybdène par l'hydrogène sulfuré et l'acide chlorhydrique, puis pesant $PhO^5.2MgO$ et MoS^2 après calcination modérée dans l'hydrogène; l'ammoniaque a été dosée volumétriquement après distillation avec une lessive de potasse; l'eau a été conclue par différence.

» Les résultats conduisent presque exactement à la formule

$$PhO^5.24MoO^3.3AzH^4O.3HO.$$

	Trouvé.	Calculé.	
Acide molybdique	90,720	90,756	
Acide phosphorique	3,688	3,729	(d'où Ph = 1,628)
Ammoniaque	4,160	4,097	
Eau	1,432	1,418	
	100,000	100,000	

ÉCONOMIE RURALE. — *Les pertes d'azote dans les fumiers.* Note de MM. **A. Muntz** et **A.-Ch. Girard**, présentée par M. Dehérain.

« Nous avons montré, dans une précédente Communication ([1]), qu'avant d'être mis en tas le fumier a déjà subi de grandes pertes d'azote,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 1318.

pendant son séjour sous les pieds des animaux. On sait qu'on peut, dans une certaine mesure, préserver le tas de fumier des déperditions d'ammoniaque, en l'établissant sur un sol étanche, en le mettant à couvert, en le tassant et en l'arrosant fréquemment, conditions réalisables dans les exploitations agricoles.

» Mais pour l'atténuation des pertes à l'étable, mises en relief dans nos recherches, l'agriculteur ne dispose pas de moyens d'une application aussi facile. L'enlèvement fréquent du fumier n'est qu'un palliatif. La nature des litières ou l'adjonction de substances pouvant retenir l'ammoniaque dans une combinaison chimique doivent être examinées à ce point de vue.

» La paille, que l'agriculteur trouve à sa disposition comme résidu des récoltes, est la litière la plus usitée. Parfois on lui substitue la tourbe, surtout la tourbe mousseuse de Hollande, qui existe abondamment sur le marché; parfois aussi on emploie la terre sèche qui, sous les pieds des animaux, se mélange aux matières excrémentitielles, formant un terreau qu'on utilise en guise de fumier. Nous avons comparé entre elles ces diverses litières, au point de vue spécial de leur aptitude à retenir l'ammoniaque produite à l'étable.

» La comparaison de la tourbe et de la paille a été faite dans des écuries comprenant chacune seize chevaux, recevant la même ration et faisant le même service au-dehors :

Litière de paille : Azote perdu (1).....	63,6 p. 100 de l'azote consommé	
» de tourbe »	48,3	»

» La tourbe, riche en matières humiques, a donc mieux retenu l'ammoniaque que la paille; ces mesures directes confirment les observations antérieures (2).

» La comparaison de la paille avec une terre légère, préalablement desséchée à l'air, a été faite dans des bergeries comprenant chacune vingt-cinq moutons, nourris d'une manière identique :

Litière de paille : Azote perdu........	50,2 p. 100 de l'azote consommé	
» de terre »	25,7	»

» La terre a donc donné de bons résultats, ce qui s'explique par ses propriétés absorbantes pour l'ammoniaque et par la nitrification rapide de cette base, qui est ainsi soustraite à la volatilisation.

---

(1) En y comprenant la perte de l'azote des déjections laissées au dehors.

(2) ARNOLD, *Jahresber. d. Kön. Thierarz. Schule.* Hanover, 1879-1880; n° 13; MÜNTZ et LAVALARD, *Bull. de la Soc. nat. d'Agric. de France,* t. XLIII, p. 559.

» Les essais faits avec différentes terres nous ont montré que l'ammoniaque est absorbée en quantité d'autant plus forte que la terre est plus chargée d'humus, comme le sont les terres de bois ou de bruyère. Mais la terre doit être employée en grande quantité, ce qui augmente le charrois.

» Quant aux substances qui ont été indiquées pour retenir l'ammoniaque en combinaison chimique, elles sont diverses : le sulfate de fer, le plâtre, le superphosphate de chaux, les plâtres phosphatés, les sels de magnésie (kaïnite) ont été particulièrement préconisés. C'est toujours par leur acide, à l'état libre ou combiné, qu'elles agissent pour fixer l'ammoniaque. Les mêmes considérations doivent donc nous guider pour leur étude.

» Des essais faits avec des doses limitées de sulfate de fer et de plâtre ne nous ont pas donné de résultats, comme le montrent les chiffres suivants obtenus dans une bergerie :

Litière de paille, seule, azote perdu	46	pour 100 de l'azote consommé
» avec sulfate de fer, azote perdu	48	» »
» avec plâtre, azote perdu	46	» »

» A quoi a pu tenir cette inefficacité complète? Nous en avons trouvé la cause dans la composition même du fumier. Si les produits employés avaient rencontré seulement du carbonate d'ammoniaque, une fixation de cette base aurait eu lieu. Mais les promoteurs de l'emploi de ces substances ne paraissent pas s'être rendu compte de la forte proportion de bases fixes que contiennent les déjections animales.

» On sait que les urines des herbivores renferment du bicarbonate de potasse; nous avons, en outre, trouvé dans les déjections solides des carbonates de chaux et de magnésie.

» En déterminant dans différents fumiers l'alcalinité attribuable aux bases fixes, alcalines et alcalino-terreuses, nous avons trouvé les résultats suivants :

Fumier de chevaux	1gr,352	d'ac. sulfurique (SO^3) saturé par kilogr. de fumier
» de vaches et bœufs	3,646	» »
» de moutons	4,290	» »
» de porcs	2,022	» »

» On voit que ces quantités sont importantes; elles expliquent pourquoi les agents chimiques restent sans résultat, quand ils sont donnés à dose peu élevée. En effet, les bases fixes réagissent d'abord et immobilisent les acides en les saturant. Ces agents ne peuvent donc plus retenir

la base volatile, qui se dégage alors comme en leur absence. Pour en obtenir une action utile, il faut donc en donner d'abord en pure perte une quantité assez élevée pour neutraliser les bases fixes; ce n'est que le supplément qui joue un rôle actif vis-à-vis de l'ammoniaque.

» Si nous envisageons le sulfate de fer, dont Schatenmann avait prôné l'efficacité, nous pouvons calculer, avec les données qui précèdent, que les alcalis fixes du fumier produit dans l'année, par tête de gros bétail, immobiliseraient 200^{kg} de sulfate de fer. Pour retenir l'ammoniaque qui se dégage, il faudrait au moins 700^{kg} de sulfate de fer, même si ce sel entrait intégralement en réaction, ce qui ne se réaliserait pas dans la pratique.

» Dans ces conditions la dépense, pour l'achat du produit absorbant, serait à peu près aussi élevée que le bénéfice réprésentant la valeur de l'azote fixé. Les mêmes considérations s'appliquent à la généralité des produits chimiques dont on avait conseillé l'emploi. D'ailleurs, l'introduction de ces produits, en faisant perdre au fumier son alcalinité, pourrait, comme le pense M. Dehérain, entraver la formation des produits humiques, dont l'effet sur le sol est si favorable.

» On voit que la fixation des quantités énormes d'ammoniaque qui se dégagent à l'étable n'est pas facile à réaliser pratiquement. L'emploi des litières de tourbe et de terres riches en humus paraît conduire aux meilleurs résultats. Si les conditions de milieu s'y prêtent, on peut avoir recours à ces matières; mais ce n'est pas le cas général et l'on ne saurait conseiller à l'agriculteur de délaisser la paille de ses récoltes pour acheter de la tourbe; on ne saurait non plus l'encourager à y substituer de la terre, matière très encombrante. Mais une pratique qui nous semble recommandable, c'est d'associer, à la paille des terres, particulièrement des terres tourbeuses ou humifères, dont quelques pelletées, jetées sur la litière, forment une couche qui entrave notablement la déperdition de l'ammoniaque. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la localisation des huiles grasses dans la germination des graines* (¹). Note de M. **Eugène Mesnard**, présentée par M. Duchartre.

« Les auteurs qui se sont occupés du rôle de l'huile dans la germination des graines oléagineuses ont examiné la question de deux manières diffé-

(¹) Ce Travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau sous la direction de M. Gaston Bonnier.

rentes : les uns, se plaçant au point de vue chimique ont déterminé en bloc, par des analyses, le mode de transformation de l'huile grasse; les autres, préoccupés le plus souvent de la localisation de l'amidon et des sucres, ont observé incidemment au microscope la localisation de l'huile. J'ai repris l'examen microscopique des huiles en employant une méthode qui avait manqué à mes devanciers et en ayant soin de tenir compte, en même temps, de toutes les substances de réserve qui se rencontrent dans les graines observées.

» *Méthode technique.* — Dans une Note précédente sur le « Parfum des fleurs (¹) », j'ai indiqué le dispositif simple qui me permet d'hydrater les coupes par les vapeurs d'acide chlorhydrique pur. La réaction se fait lentement et peut durer de vingt-cinq à trente heures. Au bout de ce temps, le contenu des cellules est peu à peu détruit et l'huile se rassemble en un ou plusieurs globules très faciles à observer. En exposant la préparation pendant une ou deux secondes à des vapeurs d'iode sublimé, on colore l'huile en un beau jaune d'or transparent qui se détache très nettement sur le fond jaunâtre trouble du sac protoplasmique. On peut alors mesurer avec un micromètre le diamètre moyen des globules. En comptant le nombre des globules qui se trouvent dans une surface déterminée du champ optique, il est facile d'évaluer, par un calcul simple, la quantité d'huile qui se trouve dans les différentes parties d'une même préparation.

» L'emploi de l'acide chlorhydrique a un autre avantage. Il colore les matières albuminoïdes en violet, de telle sorte qu'en examinant des coupes dans les premières heures de l'expérience, on obtient la localisation de ces substances. Les albuminoïdes en voie de digestion (propeptones) ont une teinte rose. Les résultats ont été contrôlés, dans tous les cas, par les réactifs ordinaires. L'amidon a été reconnu par la méthode de Sachs; le glucose par la liqueur cupropotassique.

» Mes recherches ont porté sur deux séries de graines.

» 1° Graines oléagineuses proprement dites. — Dans le *Ricin,* les deux cotylédons aplatis l'un contre l'autre sont recouverts de toute la masse d'un albumen dont les cellules, très riches en huile, renferment également des matières albuminoïdes abondantes. On n'y observe pas d'amidon. Dans l'embryon, l'huile n'existe que dans le mésophylle des cotylédons; les deux épidermes et l'assise en palissade n'en contiennent plus. La digestion des réserves commence dans la partie de l'albumen qui touche aux cotylédons. Il est bien rare que la consommation soit complète et il y a presque toujours un excès de réserves. Quand la radicule se développe, l'huile est entraînée peu à peu dans l'axe hypocotylé et à la base de la gemmule; on la voit se résoudre bientôt en globules de plus en plus petits. Les matières albuminoïdes ne cheminent pas très loin et l'on n'en retrouve bientôt plus que dans les vaisseaux de l'axe hypocotylé et vers la pointe de la racine. L'amidon par contre semble avoir une distribution inverse de celle des albuminoïdes. Invisible normalement dans l'albumen, cette substance

---

(¹) E. Mesnard, *Recherches sur le mode de production du Parfum des fleurs* (*Comptes rendus,* 21 novembre 1892).

apparaît dans les cotylédons et devient très abondante dans l'axe hypocotylé où elle est ensuite transformée en glucose.

» Dans une graine de *Courge* à peine germée, l'huile et les albuminoïdes sont très abondants, sauf sur la face externe des cotylédons où se différencie un tissu chlorophyllien palissadique. Dans la radicule, l'amidon transitoire se rencontre là où les albuminoïdes n'existent pas. L'huile se perd peu à peu dans l'axe tout en restant indépendante de l'amidon.

» La graine mûre d'*Arachide* nous montre à la fois de l'huile, des matières albuminoïdes et de l'amidon. Au moment de la germination, des vaisseaux nombreux se développent dans la moitié externe des cotylédons et déterminent une zone de consommation dans laquelle disparaissent rapidement les albuminoïdes d'abord, puis l'huile et enfin l'amidon. Cette destruction de l'huile qui se produit au milieu des tissus de l'albumen et à l'endroit précis où se forment les cellules des vaisseaux, ne peut pas être évidemment attribuée à une diastase, car il faudrait que cet agent eût une localisation rigoureusement identique à celle des cellules qui doivent donner du bois ou du liber.

» Les expériences répétées sur un grand nombre de graines : *Pin sylvestre, Coton, Lin, Chanvre, Colza, Pavot, Bardane, Datura,* etc. ont donné les mêmes résultats.

» 2° Graminées. — Les grains de *Blé,* de *Seigle,* d'*Orge,* de *Maïs,* etc. présentent des exemples intéressants parce que ces grains ont un embryon nettement oléagineux et un albumen farineux. Sauf quelques modifications dans la nature ou dans la quantité des substances mises en présence, les phénomènes généraux restent les mêmes.

» Rappelons que dans un grain de Blé non germé, l'embryon riche en huile et en matières albuminoïdes touche au sac farineux par une sorte de disque, l'écusson recouvert lui-même d'un épiderme de nature spéciale. L'embryon se développe du côté opposé et communique avec l'écusson par une sorte de pédoncule. Tout le pourtour du sac farineux est recouvert d'une assise de cellules contenant également des albuminoïdes et de l'huile; c'est *l'assise à gluten.* Elle ne communique pas avec l'embryon.

» Durant la période de repos l'huile et les albuminoïdes apparaissent seuls dans l'écusson et dans l'embryon ; il n'y a pas d'amidon. Au bout d'une dizaine d'heures de germination et alors que la digestion de l'albumen amylacé n'est pas encore commencée on voit apparaître de l'amidon transitoire dans l'écusson. Il se porte en masse vers l'embryon avec les albuminoïdes et l'huile qui se réduit en granules de plus en plus petits. Mais les albuminoïdes se maintiennent dans les parties où la croissance est très active; l'amidon se localise dans les autres parties. La localisation de l'huile est complètement indépendante de celle des autres substances.

» En même temps l'épiderme spécial de l'écusson, très riche en albuminoïdes, se développe beaucoup et se transforme en une *frange* de cellules cylindriques dont la longueur atteint trois ou quatre fois celle du début (Maïs). Par ces cellules on voit s'écouler dans l'albumen farineux un flux de matières albuminoïdes et diastasiques qui imbibe l'amidon et provoque sa digestion; l'huile semble contribuer pour une faible part à alimenter ce liquide digestif. L'assise à gluten ne reste pas non plus inactive; elle fournit également un liquide renfermant des albuminoïdes solubles, mais l'huile qu'elle contient disparaît très lentement.

» *Conclusions*. — De ces observations on peut conclure que :

» 1° *Sauf chez les Graminées, les huiles grasses ne sont pas localisées dans des assises spéciales*. Ces huiles disparaissent suivant les besoins de la consommation des tissus. En cela ces substances se comportent comme les albuminoïdes qu'elles accompagnent toujours.

» 2° *Le dédoublement des huiles par saponification sous l'influence d'une diastase spéciale ne paraît pas devoir exister*. La glycérine qui résulterait de ce dédoublement n'a pas été retrouvée par les analyses chimiques et la quantité d'acides gras que l'on a constatée est très faible. Certaines transformations des matières albuminoïdes suffiraient à expliquer la présence de ces acides.

» 3° *L'huile se montre, dans tous les cas, indépendante de l'amidon et du glucose, mais elle paraît se superposer aux matières albuminoïdes dans les réserves des graines mûres*. Comme, d'autre part, l'amidon transitoire semble se séparer des matières albuminoïdes dès les premières heures de la germination et alors que les graines ne sont pour ainsi dire qu'imbibées d'eau, il est plus simple de supposer que dans les graines mûres les différentes substances sont comme superposées les unes aux autres. »

M. N. **Pagana** adresse, de l'île de Mételin (Turquie), une Note relative à la division de la gamme.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Cornu.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Géographie et Navigation, par l'organe de son doyen M. l'amiral *Pâris*, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Jurien de la Gravière* :

En première ligne	M. **Hatt**.
En seconde ligne, par ordre alphabétique . . .	M. **Bassot**.
	M. **Bienaymé**.
	M. **Caspari**.
	M. **Germain**.
	M. **Guyou**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 janvier 1893.

Des rapports entre la pneumonie de l'homme et la péripneumonie équine, par M. Kelsch, Médecin principal, Professeur au Val-de-Grâce. Extrait de *la Gazette hebdomadaire de Médecine et de Chirurgie*, octobre 1892. Paris, Masson ; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Recherche et dosage du grisou et de l'oxyde de carbone, par M. N. Gréhant. Extrait de la *Revue générale des Sciences pures et appliquées;* 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Faune de la Normandie, par Henri Gadeau de Kerville. Fasc. III : *Oiseaux* (*Pigeons, Gallinacés, Échassiers et Palmipèdes*). Extrait du *Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen*. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1892; 1 vol. gr. in-8°.

Annuaire statistique de la Ville de Paris, XIe année; 1890. Paris, G. Masson, 1892; 1 vol. in-4°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg. Tome I, n° 4. Saint-Pétersbourg, 1892; 1 vol. in-4°.

Pinetum Danicum, conifers collected and observed, by Professor Carl Hansen. London, 1892; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

The nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the year 1896 *for the meridian of the royal Observatory at Greenwich*. London; 1 vol. in-8°.

Memorie di Matematica e di Fisica della Societa italiana delle Scienze; Serie terza, Tomo VIII. Napoli, 1892; 1 vol. in-4°.

Memorie della reale Academia delle Scienze di Torino; Serie seconda, Tomo XLIII. Torino, 1892; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JANVIER 1893.

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur NICOLAS DE KOKSCHAROW; par M. **DAUBRÉE**.

« L'un des plus éminents minéralogistes du siècle vient de nous être enlevé dans la personne de M. le général Nicolas de Kokscharow, décédé à Saint-Pétersbourg, le 2 janvier dernier, âgé de 75 ans.

» Le lieu de sa naissance et celui où il a passé ses premières années semblaient le prédestiner à la carrière qu'il devait parcourir avec éclat. Il naquit en effet, le 5 décembre 1818, en Sibérie, dans le gouvernement de Tomsk, au centre des exploitations de minerai d'argent de l'Altaï, et, à l'âge de trois ans, fut conduit dans l'Oural, à Beresowsk, où son père, ingénieur des mines, venait d'être appelé comme Directeur des mines et usines d'or.

» A douze ans, Nicolas de Kokscharow fut envoyé, avec la caravane d'or, à Saint-Pétersbourg pour être placé comme élève interne à l'École militaire des mines et, sept années plus tard, après avoir été nommé officier, il y restait pour continuer des études spéciales.

» La distinction de son esprit et de ses manières, non moins que ses connaissances, le firent choisir pour accompagner, pendant les trois étés de 1840 à 1842, Murchison et de Verneuil, et plus tard de Keyserling, dans une grande partie de la Russie. Ces mémorables voyages ont fait époque, on le sait, dans la Science, en éclairant la constitution d'une immense région alors peu connue et en portant la lumière sur des questions fondamentales de la Géologie. Le jeune lieutenant ne fut pas seulement utile aux savants explorateurs : il tira lui-même un grand profit de ses relations journalières avec de tels maîtres, sur les vastes théâtres qu'ils parcouraient. Son nom figure sur la Carte de l'Ouvrage, avec la mention « collaborateur sur le champ d'études ».

» Des missions à l'étranger, que Kokscharow reçut de 1842 à 1845, contribuèrent puissamment à développer son éducation scientifique. A Berlin, il travailla avec ardeur sous la direction du célèbre cristallographe Weiss et du grand minéralogiste Gustave Rose. Pendant son long séjour à Paris, dont il aimait à rappeler avec reconnaissance les souvenirs, il suivit les cours d'Élie de Beaumont, de Dufrénoy, de Delafosse et d'Alcide d'Orbigny. En Angleterre, ses relations avec Miller l'intéressèrent particulièrement. Il entra de la sorte en rapport avec les principaux savants de l'Europe.

» Le gouvernement russe désirait faire de Kokscharow un géologue; mais sa propension l'attirait vers la Minéralogie. L'étude du traité classique de Haüy décida de son sort : il conçut l'idée de se vouer à un travail du même genre. Son œuvre capitale, celle qui a occupé sa vie entière, c'est l'étude des minéraux de la Russie, dont les résultats ne remplissent pas moins de dix Volumes, accompagnés d'un très bel Atlas, et portant le titre de *Materialen zur Mineralogie Russlands,* publié dans les langues russe et allemande ([1]), sans compter de nombreux travaux, publiés notamment dans les *Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg*.

» L'auteur s'était proposé d'abord de décrire exclusivement les minéraux russes; mais il élargit bientôt son cadre, et y comprit tous les minéraux qu'il a examinés dans sa longue carrière de cristallographe.

([1]) Commencé en 1853.

» Dans l'immense empire russe, remarquable par les formations géologiques les plus diverses et par de nombreuses mines, le règne minéral est richement représenté. Aussi le nombre des espèces que Kokscharow a étudiées d'une manière approfondie est-il trop considérable pour pouvoir être rappelé dans cette courte Notice. Nous nous bornerons à en citer quelques-unes, qui ont joui d'une certaine prédilection de sa part, à cause de la perfection et de la multitude de leurs formes cristallines : topaze, béryl, phonolithe, pyroxène, euclase, cymophane ou alexandrite. Il a décrit bien des minéraux inconnus avant lui dans les gisements russes, tels que l'euclase et la brookite et a signalé de nouvelles espèces.

» La précision des mesures angulaires, la conscience avec laquelle Kokscharow avait soin d'indiquer le degré de confiance que lui-même accordait à chacune d'elles font de son œuvre de Cristallographie un véritable monument. Qu'on ouvre un traité quelconque de Minéralogie et l'on verra, d'après la place d'honneur qu'occupent les données numériques empruntées à ses observations, de quelle estime les travaux du savant russe jouissent auprès des cristallographes de tous les pays, notamment de Dana.

» Jusqu'à sa dernière heure, Kokscharow travaillait à ses chers « Materialen » ; peu d'instants avant qu'il rendît le dernier soupir, le médecin dut enlever de sa table les pages qu'il écrivait encore.

» Professeur à l'Université de Saint-Pétersbourg dès 1847, il a enseigné aussi la Minéralogie, la Géologie et la Géographie physique dans plusieurs autres écoles supérieures, notamment à l'Institut des Mines et à l'École forestière. Excellent professeur, il savait toujours intéresser, quelle que fût l'aridité du sujet qu'il traitait. Il laisse un traité de Cristallographie ([1]), dans lequel se retrouvent les qualités de son enseignement et de ses recherches personnelles.

» Les plus hautes situations couronnèrent une carrière si méritoire, notamment la direction de l'Institut des Mines qu'il a occupée pendant treize années. Élu en 1864 Directeur de la Société impériale de Minéralogie, il a conservé ces fonctions jusqu'en 1891, et en fut alors Directeur honoraire.

» On lui doit une part importante à l'organisation et à l'installation des observatoires magnétiques et météorologiques qui, sur l'instigation

---

([1]) In-4°; 1865.

d'Alexandre de Humboldt, furent établis dans les diverses régions du vaste Empire.

» Son rôle dans l'exécution de la Carte géologique de la Russie, comme membre du Comité central, ne saurait être non plus passé sous silence.

» Kokscharow nous appartenait comme Correspondant, depuis 1874.

» L'une des circonstances où s'est le plus chaleureusement manifestée pour Kokscharow l'estime de tout le monde savant, c'est son cinquantenaire célébré en 1887. De nombreux témoignages d'admiration lui furent alors adressés par près de trois cents Sociétés scientifiques et savants.

» Ces jours derniers, lors de ses funérailles, les démonstrations n'ont pas été moins touchantes, par l'affluence et par les marques de sympathie de ceux qui s'y pressaient. On y voyait à la suite de Son Altesse Impériale la princesse Eugénie Maximilianowna d'Oldenbourg, présidente de la Société de Minéralogie, et d'autres membres de la famille impériale, mais aussi de très humbles habitants de la capitale. Plus de la moitié de cette nombreuse assistance voulut accompagner à pied, jusqu'au cimetière, sur un trajet de dix kilomètres, le cercueil de cet homme si distingué et si bon que portaient les étudiants de l'Institut des Mines.

» Les dernières années de Kokscharow ont été embellies par le bonheur de voir l'un de ses fils débuter brillamment dans la carrière où il s'était lui-même illustré et par la tendresse touchante qui les unissait l'un à l'autre.

» Amateur éclairé des arts, particulièrement de la musique, il était poète à ses heures, ainsi qu'en témoignent de nombreuses poésies intimes, imprimées pour le cercle de ses amis.

» Tous ceux qui le voyaient étaient dès le premier abord attirés par son aménité; ceux qui le connaissaient davantage se trouvaient sous le charme d'une bonté rare, dont sa physionomie portait le reflet. C'était un ami sincère, toujours désireux de rendre service, dévoué en toute circonstance. Plusieurs des Membres de cette Académie, qui déplorent particulièrement sa perte, l'ont éprouvé; personne mieux que celui qui écrit ces lignes n'a pu mieux apprécier ses nobles qualités qui commandaient l'affection. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude de la fonction de l'acide camphorique*. Note de M. **A. Haller**.

« Dans une précédente Communication (1), nous avons étudié l'action de l'isocyanate de phényle sur les acides phtalique et succinique, ainsi que sur les éthers méthyliques acides et avons montré que, dans les limites de température où nous avons opéré, il se produit de la phénylsuccimide. Nous avons admis que, dans les conditions de l'expérience, l'isocyanate de phényle agit d'abord comme déshydratant, en donnant de l'acide carbonique, l'anhydride acide et de la diphénylurée symétrique, et que cette dernière réagit ensuite sur les anhydrides formés pour les transformer en imides phénylées. L'expérience directe a confirmé cette manière de voir.

» A une température ne dépassant pas 150°, le carbanile agit de la même manière sur l'acide camphorique. Il se forme de l'anhydride camphorique fondant à 216°-217° et de la diphénylurée, en même temps qu'il se dégage de l'acide carbonique.

» Mais si l'on porte le tube contenant le mélange à 200°, la diphénylurée formée au début réagit sur l'anhydride camphorique, et l'on obtient de la diphénylcampharamide symétrique et de l'acide carbonique.

» Ces réactions successives peuvent se traduire par les deux équations suivantes :

$$(1)\quad C^8H^{14}\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup CO\,OH}{\diagdown CO\,OH} + CO.Az.C^6H^5 = C^8H^{14}\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup CO}{\diagdown CO}\!\!>O + CO\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup Az\,H\,C^6H^5}{\diagdown Az\,H\,C^6H^5},$$

$$(2)\quad C^8H^{14}\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup CO}{\diagdown CO}\!\!>O + CO\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup Az\,H\,C^6H^5}{\diagdown Az\,H\,C^6H^5} = C^8H^{14}\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup CO\,Az\,H\,C^6H^5}{\diagdown CO\,Az\,H\,C^6H^5} + CO^2.$$

» Pour démontrer qu'il en est bien ainsi, on a chauffé, dans un tube à 160°, molécules égales d'anhydride camphorique et de diphénylurée symétrique, et l'on a constaté la formation des produits indiqués par la seconde équation. La réaction n'est toutefois pas totale ; dans les deux cas, l'amide formée reste toujours mélangée de diphénylurée, et la séparation ne s'effectue pas sans difficulté.

» Le meilleur moyen d'obtenir l'amide pure consiste à la dissoudre dans un peu de potasse alcoolique, d'évaporer à siccité et de chauffer le mélange jusqu'à fusion pâteuse.

» La diphénylurée est décomposée, tandis que la diphénylcamphoramide n'est que partiellement attaquée. On reprend par l'eau, on recueille sur filtre la partie insoluble et on la fait cristalliser dans l'alcool.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1326.

» La *diphénylcamphoramide symétrique* se dépose de ses solutions alcooliques, en aiguilles feutrées, solubles dans l'alcool méthylique, le chloroforme, l'éther, insolubles dans le benzène, dans l'eau et les alcalis. Elle fond à 221°-222°. Une solution alcoolique de potasse ne l'attaque pas, même à la température de l'ébullition. Il faut chauffer le mélange à 140°-150°, en tube scellé, pour qu'il y ait décomposition partielle, avec formation d'acide phénylcamphoramique et d'aniline.

» Pour obtenir ce dernier acide, il vaut mieux dissoudre la diphénylcamphoramide dans une solution alcoolique de potasse, évaporer la liqueur à siccité dans un creuset d'argent et fondre avec précaution le résidu. Il se dégage des vapeurs d'aniline et il reste un produit d'un gris sale, qui se prend, par le refroidissement, en une masse dure et cassante. Cette masse est reprise par l'eau, la solution est filtrée pour séparer la diphénylcamphoramide non attaquée, et la liqueur est sursaturée par un acide. Il se dépose un précipité floconneux, qu'on enlève au moyen de l'éther.

» Par évaporation de l'éther, on obtient de petits grains durs, qu'on purifie par cristallisation dans un mélange d'alcool et d'éther.

» L'*acide phénylcamphoramique* ainsi obtenu se présente sous la forme de petits octaèdres à base rectangulaire, solubles dans l'alcool, l'éther, la potasse, presque insolubles dans l'eau. Il fond à 196° et est isomère avec celui qu'a préparé Laurent en chauffant de l'anhydride camphorique avec de l'aniline. L'acide de Laurent se dépose au sein de ses solutions alcooliques en croûtes cristallines ou en aiguilles très fines qui fondent à 209°.

» Ces deux composés présentent entre eux les mêmes relations que les deux catégories d'éthers acides de l'acide camphorique. Aux éthers obtenus par éthérification directe, correspond l'acide phénylcamphoramique de Laurent; aux éthers de saponification, correspond l'acide qui prend naissance dans la saponification partielle de la diphénylcamphoramide.

» Si, au lieu de chauffer la diphénylurée et l'anhydride camphorique à 200°, on porte la température du mélange à 220°-250°, il distille de l'aniline et il se forme de la phénylcamphoramide fondant à 119°. Ainsi, au-dessus de 200°, la diphénylurée réagit sur l'anhydride camphorique comme sur les anhydrides phtalique et succinique.

» *Action de l'orthoditolylurée sur l'anhydride camphorique.* — En chauffant à 220° molécules égales de ditolylurée et d'anhydride camphorique, on obtient de la ditolylcamphoramide, qui se présente sous la forme de petits cristaux blancs fondant à 218°.

» *Action de la tétraphénylurée sur l'anhydride camphorique.* — Le mélange fut porté à une température de 220°-250° sans qu'il y eût réaction. La tétraphénylurée se comporte donc à l'égard de cet anhydride comme vis à vis des anhydrides phtalique et succinique.

» *Action de l'isocyanate de phényle sur les acides benzoïque et o. toluique.* — Il était intéressant d'étudier l'action du carbanile sur des acides monocarboxylés. De l'acide benzoïque, chauffé à 100° avec une molécule d'isocyanate de phényle, donna nettement de l'anhydride benzoïque fondant à 42°, de la diphénylurée et de petites quantités de benzoylanilide. Cette anilide provenait de l'action de la diphénylurée sur l'anhydride formé au commencement de l'opération.

» En chauffant dans un tube scellé un mélange équimoléculaire d'anhydride benzoïque et de diphénylurée, on obtient en effet de la benzoylanilide en quantité théorique.

» Les mêmes réactions se sont produites avec de l'acide orthotoluique. On a obtenu de l'anhydride ortho toluique et un corps qui cristallise en petites aiguilles, fondant à 123°-124°, et qui constitue sans aucun doute de l'ortho toluylanilide.

» La facilité avec laquelle ces anhydrides se forment en présence de l'isocyanate de phényle nous permet de recommander le carbanile comme déshydratant, lorsqu'il s'agit de préparer certains anhydrides comme ceux de la série acrylique.

» Dans une prochaine Communication, nous étudierons d'autres dérivés de l'acide camphorique, qui nous permettront peut-être d'arriver à une conclusion relativement à la fonction de cet acide. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le pouvoir pepto-saccharifiant du sang et des organes*. Note de M. **R. Lépine**.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 8 août 1892), j'ai signalé le fait que, si on laisse, *in vitro*, à la température de 56°-58° C., du sang en contact avec 1 pour 100 environ de son poids de peptone pure, il se produit, au bout d'un temps très court (beaucoup moins d'une heure), une certaine proportion de sucre aux dépens de la peptone (environ $\frac{1}{10}$ du poids de cette dernière). Ce sucre peut être caractérisé par les moyens ordinaires, notamment par la fermentation, après précipitation des matières albuminoïdes du sang et concentration de la liqueur sucrée. L'expérience réussit soit avec du sang préalablement défibriné, soit avec du sang tombé directement de l'artère dans un ballon renfermant du sable, immergé dans le bain-marie, et que l'on défibrine par l'agitation. Elle réussit aussi à toute température inférieure à 60° C., même à une température voisine de 0°, mais on n'obtient pas alors le maximum du sucre, parce que la saccharification est moins active à basse température, et surtout parce que, au-dessous de 55° C., la glycolyse intervient d'autant plus activement que la température est plus élevée.

» Si l'on fait tomber du sang dans plusieurs parties d'eau à 56°-58° C., on trouve qu'il se fait en peu d'instants une notable production de sucre, qui se continue, en s'affaiblissant, pendant un temps variable, une heure

environ, de telle sorte qu'au bout de ce temps il s'est produit *au moins* 1^{gr} de sucre par kilogramme de sang. Si l'on fait tomber le sang dans de l'eau froide ou tiède, il se produit aussi du sucre; mais, avec une température *tiède*, cette production est compensée en grande partie par la glycolyse.

» Il me paraît très vraisemblable que la production du sucre dans le sang, en présence de l'eau, est précédée de la production de peptone. On sait déjà que l'eau *chaude* peptonifie certains corps albuminoïdes, et cela me paraît d'autant plus probable que, dans le sang hydrémique d'un animal, ayant préalablement subi d'abondantes saignées, et renfermant, comme on sait, des peptones en notable quantité, il se produit, sans addition d'eau, *in vitro*, à 56°-58° C., plus de 0^{gr}, 25 de sucre par kilogramme de sang, en moins d'une heure.

» Si l'on fait macérer un certain temps (une heure, par exemple) dans trois ou quatre parties d'eau, même très froide, un organe ne renfermant pas de glycogène en quantité appréciable (rate, rein, par exemple), retiré aseptiquement du corps de l'animal et aussitôt haché à basse température, l'extrait aqueux ne renferme qu'en petite quantité des matières réduisant la liqueur de Fehling et qui, pour la plus grande part, *ne sont pas du sucre*. Si alors à cet extrait aqueux on ajoute une petite proportion de peptone et qu'on le porte à 56°-58° C. pendant une heure, il se produit une certaine quantité de sucre, variable suivant l'organe, etc. La réalité de la production du sucre est prouvée par la fermentation et l'épreuve de la phénylhydrazine. Ainsi l'extrait aqueux (ou glycérique) des organes renferme un *ferment* qu'on peut appeler *pepto-saccharifiant*.

» Il est fort possible qu'au lieu d'être exclusivement localisée dans le foie, comme on a généralement de la tendance à le croire, la production du sucre dans l'économie se fasse dans beaucoup d'organes. On en aurait la preuve absolue si le dosage du sucre dans le sang des veines ou dans la lymphe des vaisseaux efférents de ces organes y décelait, au moins à certains moments, une proportion de sucre supérieure à celle du sang artériel (¹). J'ajoute que rien ne prouve que le glycogène soit un intermédiaire nécessaire entre les matières albuminoïdes et le glucose. »

(¹) La plupart des expériences sur lesquelles est fondée cette Note ont été faites avec l'aide de M. Metroz.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section de Géographie et Navigation en remplacement de feu M. *Jurien de la Gravière*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 57,

M. Bassot obtient	. . . .	42 suffrages
M. Hatt »	. . . .	12 »
M. Guyou »	. . . .	3 »

M. **Bassot**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. G. **Drillon** adresse, de Périgueux, un projet de locomotive hydraulique à grande vitesse.

(Commissaires : MM. Lévy, Haton de la Goupillière.)

CORRESPONDANCE.

M. **Barnard** adresse, de Lick (Californie), ses remercîments pour la distinction accordée à ses travaux.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète Charlois T (du 11 décembre 1892), faites à l'observatoire de Toulouse (grand télescope)*, par M. B. **Baillaud**; présentées par M. Tisserand.

Dates 1892.	Étoiles de comparaison.	Gr.	Comète — Étoile Æ.	Décl.	Nombre de compar.
Déc. 14....	*a* 841 BD + 31°	9,3	$-1^m.46^s,54$	$-2'.36'',1$	18:16
17....	*b* 821 BD + 31	7,0	+2.36,36	−11.55,3	15:16
19....	*b* »	»	+ 40,80	−13. 7,8	18:16
28....	*c* 812 BD + 31	9,5	+ 30,65	− 1.37,9	27:12

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1892.		Ascension droite moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Déc. 14....	*a*	4.52.54,35	+4,40	31.39.59,2	+13,8	Bonn, t. VI.
17....	*b*	4.45.30,55	+4,41	31.48. 7,9	+14,4	963 Weisse, H. 4.
19....	*b*	»	+4,42	»	+14,9	»
28....	*c*	4.37.53,90	+4,42	31.27. 5,1	+16,3	3 obs. mérid. de Paris.

Positions apparentes de la planète.

Dates 1892.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Déc. 14.......	6.11.31	4.51.12,21	$\bar{1},689_n$	31.37.36,9	0,639
17.......	6.25.59	4.48.11,32	$\bar{1},670_n$	31.36.27,0	0,597
19.......	6.22.27	4.46.15,77	$\bar{1},665_n$	31.35.15,0	0,587
28.......	6.28.30	4.38.28,97	$\bar{1},613_n$	»	»
28.......	6.22. 9	»	»	31.25.43,5	0,522

» Le 14 et le 28 la planète était plus brillante que l'étoile de comparaison. Sa grandeur était sensiblement 9,2. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Contribution à la recherche de la couronne solaire en dehors des éclipses totales.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Tisserand.

« La recherche de la couronne solaire, en dehors des éclipses totales qui la décèlent à nos regards, a été poursuivie activement déjà par le grand astronome anglais le Dr Huggins (1). La méthode consistait à se servir de matières absorbantes et de plaques photographiques spéciales et à photographier le Soleil avec les seuls rayons indigos et violets, qui, dans plusieurs éclipses, ont été les rayons lumineux les plus intenses de la couronne. Mais ces expériences, bien que poursuivies pendant plusieurs années, dans des

(1) Les protubérances qui ne sont pas non plus visibles à l'œil nu en dehors des éclipses peuvent être reconnues sûrement chaque jour par la méthode spectroscopique de MM. Janssen et Lockyer.

lieux différents et à de grandes altitudes, n'ont pas encore donné, d'après la dernière Note de l'auteur, des résultats nets et certains (1).

» Or j'ai pensé que l'on pourrait lever les doutes actuels, ou tout au moins augmenter beaucoup les chances de succès, en photographiant le Soleil, non avec une seule région du spectre, mais successivement avec plusieurs régions différentes. La région la plus favorable est évidemment celle pour laquelle le rapport de l'intensité de la couronne à l'intensité de la lumière diffuse du ciel est un maximum. Or cette région privilégiée n'est pas donnée par les observations antérieures, et il convient de la chercher directement, d'autant qu'elle doit varier constamment, pour un lieu donné, avec les fluctuations incessantes des atmosphères solaire et terrestre.

» Dans cet ordre nouveau d'idées, les absorbants dont il faudrait organiser une série continue, pour les diverses couleurs, ne peuvent convenir; le plus souvent ils ne laissent pas passer la lumière dans les proportions voulues et au point du spectre précisément intéressant. J'ai adopté une disposition expérimentale différente, très simple et, à ma connaissance, nouvelle, qui place les couleurs à comparer dans des conditions semblables, la perte de lumière étant pour toutes relativement faible et à peu près constante. Chaque point du Soleil est donné par une portion restreinte du spectre, dont le centre est choisi à volonté, dont la largeur peut varier dans des limites étendues.

» Le Soleil est envoyé directement sur un système de deux prismes identiques, dont les faces sont parallèles et inversées, comme dans l'expérience classique de Newton pour la synthèse de la lumière blanche. Mais les prismes, au lieu d'être accolés, ainsi que dans l'expérience précédente, sont au contraire éloignés, de manière que le second prisme ne reçoive qu'une portion du faisceau dispersé par le premier. A la sortie du second prisme, les rayons recomposés donnent, avec un objectif ou un miroir, une image du Soleil nette et colorée. Lorsque l'on déplace l'un des prismes perpendiculairement à la droite qui les joint, on fait intervenir successivement toutes les régions du spectre; lorsque l'on déplace le prisme parallèlement, on fait varier la largeur de la portion du spectre

(1) On a mis en doute la possibilité d'obtenir la couronne solaire en dehors des éclipses; mais le fait que, lors des récents passages de Vénus sur le Soleil, la planète a été vue à une certaine distance du disque, indique, à mon sens, que le problème est abordable au moins pour les parties les plus brillantes de la couronne. Les observatoires de haute montagne seront très utiles pour la solution complète de cette question.

qui fournit l'image d'un point. Les prismes peuvent être remplacés par deux réseaux identiques et parallèles.

» Dans mes expériences, j'ai employé deux prismes de spath d'Islande qui sont transparents pour tous les rayons solaires, et dont les faces, planes et bien polies [1], faisaient entre elles à peu près le même angle, voisin de 60°. Or ces prismes offrent, avec le rayon ordinaire, une dispersion de 7° environ de la raie C à la raie ultra-violette T; d'autre part, leur distance était telle que la portion du spectre intervenant pour l'image d'un point avait une ouverture de 45'. Il était donc possible de faire neuf épreuves successives du Soleil, obtenues chacune avec des régions différentes du spectre.

» Ces épreuves sont curieuses, elles offrent le spectre de la lumière diffuse du ciel [2], le long duquel le Soleil se déplace pour les positions successives des prismes. Or, sur certaines épreuves, en particulier sur celles où le Soleil est ultra-violet, on aperçoit autour du disque une auréole nettement séparée de la lumière diffuse du ciel, qui offre des irrégularités de contours et des distributions inégales de lumière, et qui, par suite, peut être rapportée à la couronne solaire. Mais, pour décider sûrement sur ce point important, il faudrait obtenir les mêmes épreuves simultanément dans des lieux différents et élevés, et au moment d'une éclipse totale. Le concours de plusieurs observateurs serait nécessaire.

» En résumé, cette méthode nouvelle élargit beaucoup le champ des observations, et constitue, à certains égards, un progrès réel. Elle a donné des résultats intéressants en automne à Paris; elle doit être recommandée aux observateurs qui disposent d'un beau ciel dans une station élevée [3]. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le second semestre de* 1892. Note de M. **Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux ci-joints. Elles ont été faites par M. Marchand, en juillet; par M. Le Cadet, du 1er août au

(1) Les faces doivent être très propres et parfaitement polies pour éviter la diffusion.

(2) Le spectre n'est pas formé par des couleurs simples, chaque point étant formé par une portion du spectre ayant 45' d'ouverture.

(3) Ces recherches ont été faites avec le concours de mon assistant, M. Millochau.

20 septembre, et ensuite par M. Guillaume. Par suite de ce changement d'observateurs, les résultats de ce semestre ne sont pas absolument comparables à ceux du semestre précédent, surtout en ce qui concerne les surfaces évaluées des facules.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observation.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
Juillet 1892. 0,00.			
4-15		+11	1406
4-15	−24		343
8		+ 8	3
28-11		+15	80
7-11	−13		12
7-19	−31		771
7-19		+14	63
8-19		+27	49
15-25	− 9		159
15-19	−18		94
18-23		+18	16
23-28	−21		38
23-29	−20		8
23-29	−22		8
29- 3	−23		16
25- 3		+12	355
27- 3	−25		9
25- 3		+15	627
29		+ 4	7
	−22°	+14°	
Août. 0,00.			
25- 3	−16		286
3-11		+ 9	472
27- 3		+10	333
3-11	−23		296
8-16		+13	36
8-16	−33		254
11-16		+24	158
8-11	−13		106
10-19		+ 9	230
13-26	−23		68
16-22	−18		119
16-22		+13	2
13-26		+22	119
16	−18		18
11-19	− 7		89

Dates extrêmes d'observation.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites
Août 1892. 0,000 (suite).			
22-29		+21	116
19-26	−13		280
26-27	−13		89
22-29		+12	177
26-27	−24		77
26-22		+ 9	270
26-27	−15		45
	−18°	+14°	
Septembre. 0,00.			
26- 7		+10	259
2-14	−14		136
27- 7	−23		199
2-10	−19		110
6- 7		+19	18
7-16		+12	506
14		+17	19
10-20	−24		21
10-16	− 8		24
12-20	−21		43
14		+25	1
20-24		+ 6	44
20-24	−13		68
20- 1		+14	229
23		+52	1
24	−12		10
23- 1		+12	94
30- 1	−21		152
30- 1	−18		31
	−17°	+18°	
Octobre. 0,00.			
30- 1	−22		130
30- 8	−25		160
30- 1	−21		166
30-10	−14		118

Dates extrêmes d'observation.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
Octobre 1892. 0,00 (suite).			
10	−22		»
30- 9		+11	94
8		+15	1
8	−34		2
8	−14		1
8	−20		5
8-10		+14	850
8		+24	1
8-18	−12		74
8-19		+19	31
9-15		+ 8	62
10-19	−21		5
19	−28		4
14	− 8		18
19-21	− 9		49
14-15		+15	108
14-19	−17		2
14-21		+ 7	54
14-27		+20	5
18-21	−22		57
18-21		+13	15
18-27	−25		45
20-21	−10		63
21		+ 9	7
28		+ 9	10
27-28		+14	26
	−19°	+14°	
Novembre. 0,00.			
27- 4	−28		229
27- 4	−21		56
27- 4	−27		63
27- 4		+16	52
27- 8		+15	21
4	−21		6
4	− 8		29
4		+ 9	4

Dates extrêmes d'observation.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
Novembre 1892.	0,00 (suite).		
4-12		+7	162
10-12		+16	127
10	−23		16
10	−10		4
12-18		+8	51
14-16	−22		40
14-16		+26	7
14-25	−23		258
23-26		+31	2
15	−30		2
16-18		+19	10
16-23		+15	18
23-25	−30		11
26-29	−17		20
23- 2	−20		193
23- 5	−15		195
23- 2	−12		56
25	−29		3
1- 2		+17	4
	−21°	+16°	

Dates extrêmes d'observation.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
Décembre.	0,00.		
1- 5	−15		9
25- 2	−8		21
29- 7		+20	25
25- 7		+17	244
29- 7		+7	71
1- 7	−21		151
2		+27	19
1- 2		+10	33
1- 7		+16	20
1- 5		+13	31
5		+26	8
5- 7	−12		81
5- 7	−4		24
5- 7	−11		138
5- 7		+18	20
5-14	−15		26
7-16		+21	12
7-16		+19	59
14		+7	2
7-16		+19	22
16		+1	1
14		+14	3

Dates extrêmes d'observation.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
Décembre 1892.	0,00 (suite).		
16		+12	2
14-20		+11	2
14-16		+14	87
14		+5	2
16		+24	3
16-22	−23		5
20-22	−17		7
22	−29		2
20-31	−15		41
22-29	−11		6
22-30	−18		16
22-28		+9	33
27	−27		14
27-28	−22		3
27-29		+11	5
27-30		+12	15
27- 4	−22		129
27- 4	−23		494
29- 3		+18	2
	−17°	+15°	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

	Sud 40°-30°	Sud 30°-20°	Sud 20°-10°	Sud 10°-0°	Sud Somme.	Nord Somme.	Nord 0°	Nord 10°	Nord 20°	Nord 30°	Nord 40°	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
Juillet	1	5	3	1	10	9	2	6	1	»	»	19	4064
Août	1	3	7	1	12	10	4	3	3	»	»	22	3640
Septembre	»	4	5	1	10	9	2	5	1	»	1	19	1965
Octobre	1	8	5	3	17	13	4	8	1	»	»	30	2163
Novembre	»	6	4	2	12	15	2	6	6	1	1	27	1639
Décembre	»	7	8	2	17	24	6	14	4	»	»	41	1888
Totaux	3	33	32	10	78	80	20	42	16	1	1	158	15359

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

	Sud 90°	Sud 40°	Sud 30°	Sud 20°	Sud 10°-0°	Sud Somme.	Nord Somme.	Nord 0°	Nord 10°	Nord 20°	Nord 30°	Nord 40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
Juillet	»	2	2	10	2	16	13	1	4	5	2	1	29	65,6
Août	»	1	5	8	2	16	17	3	5	4	5	»	33	71,7
Septembre	»	1	3	4	1	9	13	1	6	5	»	1	22	51,6
Octobre	1	»	8	6	4	19	13	2	8	2	1	»	32	54,2
Novembre	2	»	9	4	»	15	14	2	7	3	2	»	29	50,4
Décembre	1	1	5	2	4	13	15	4	7	3	1	»	28	62,5
Totaux	4	5	32	34	13	88	85	13	37	22	11	2	173	356,0

» Le nombre qui se trouve immédiatement après la désignation des mois donne, pour chacun d'eux, le nombre proportionnel des jours sans taches (nombre d'ailleurs nul pour tout le semestre); les colonnes successives renferment : les époques extrêmes d'observation, les latitudes moyennes, les surfaces moyennes des groupes de taches exprimées en *millionièmes* de l'aire d'un hémisphère et réduites au centre des disques; à la fin de chaque mois, on a indiqué la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère.

» Le deuxième Tableau donne les nombres mensuels des groupes de taches contenus dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces totales mensuelles des taches (en millionièmes de l'hémisphère). Le troisième, enfin, renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en *millièmes* de l'hémisphère.

» Voici maintenant les principaux faits qui ressortent de ces Tableaux :

» *Taches*. — Le nombre des taches continue à augmenter; pendant le premier semestre, on a compté 125 groupes donnant une surface de 12196 millionièmes, tandis que celui-ci fournit 158 groupes représentant une surface de 15359 millionièmes.

» L'augmentation se répartit sur toutes les latitudes, mais c'est dans la région équatoriale qu'elle est le plus marquée : de 0° à 10°, elle est de 18 groupes; de 10° à 20°, de 11 groupes; de 20° à 30°, de 2 groupes; de 30° à 40°, de 2 groupes également.

» La proportion relative du nombre de groupes entre les deux hémisphères est restée la même.

» Une observation assez rare a été faite le 23 septembre : un groupe de pores s'est montré par environ 52° de latitude nord, au milieu de facules peu brillantes.

» *Régions d'activité*. — Les groupes de facules, avec ou sans taches, sont aussi en augmentation : 173 groupes au lieu de 159. L'augmentation est très forte au sud, tandis qu'il y a plutôt une tendance contraire au nord; nous avons au sud 88 groupes au lieu de 70, et au nord 85 au lieu de 89 trouvés dans les six premiers mois.

» Comme les taches, les facules deviennent plus nombreuses dans la région équatoriale : 26 groupes au lieu de 13 dans le semestre précédent; de 10° à 20°, nous avons 8 groupes de plus; de 20° à 30°, une diminution de 12 groupes s'est produite dans l'hémisphère nord; de 30° à 40°, l'augmentation est de 6 groupes, et de 40° à 90°, le chiffre est le même, soit 6 groupes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la limitation du degré pour l'intégrale générale algébrique de l'équation différentielle du premier ordre.* Note de M. **Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Conservons les notations et définitions de ma dernière Note (24 octobre 1892). Reprenons l'équation différentielle ordinaire H du premier ordre et sa surface représentative $\mathfrak{F}$, de degré N, ayant $F(z) = 0$ pour équation. Nous supposerons maintenant que parmi les

$$N(N^2 - 2N + 2)$$

nodaux de $\mathfrak{F}$, il y ait S nœuds.

» L'intégrale générale de H étant algébrique par hypothèse, les exposants des cols sont réels, négatifs, commensurables. En vertu de la même hypothèse il existe sur $\mathfrak{F}$ un faisceau d'intégrantes découpées par les surfaces U_c du faisceau

$$\varphi(T) = c,$$

c est une constante arbitraire,

φ désigne une fonction rationnelle quelconque,

T est une fraction rationnelle, homogène, de degré zéro des

$$z_j \qquad (j = 1, 2, 3, 4),$$

telle que l'expression

$$\begin{vmatrix} F_1 & F_2 \\ T_1 & T_2 \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} F_3 & F_4 \\ T_3 & T_4 \end{vmatrix} \qquad \left(F_j = \frac{\partial F}{\partial z_j};\ T_j = \frac{\partial T}{\partial z_j}\right)$$

soit divisible par F.

» Pour c *quelconque* l'intersection de U_c avec $\mathfrak{F}$ comprend une partie fixe et une partie I_c, que j'appelle *intégrante générale*. I_c est mobile avec c et constituée par une ou plusieurs intégrantes indécomposables G, G', G'', ... La partie fixe de l'intersection n'est pas forcément formée d'intégrantes. Une partie indécomposable G de l'intégrante générale ne passe par aucun col et par S' nœuds, $S' \leqq S$.

» Soient pour la courbe G :

n le degré;

p le genre;

Λ le nombre des tangentes qui rencontrent une droite donnée de l'espace;

δ le nombre des points doubles apparents.

» Appelons aussi :

$K = 1 + \frac{l}{m}$, l'exposant d'un nœud, exposant pris de façon à surpasser l'unité; l et m sont deux entiers positifs premiers entre eux;

$\Psi(M)$ le nombre

$$\frac{(M+1)(M+2)(M+3)}{6} - 1$$

des paramètres afférents à une surface de degré M.

» En un nœud G possède r cycles (au sens d'Halphen); l'ordre de chacun est m; la classe de chacun est l, pour $l \leqq m$, et m, pour $l > m$. Les rm branches ont même plan osculateur (plan tangent à $\mathcal{F}$ au nœud) et même tangente (une des deux asymptotes de l'indicatrice de $\mathcal{F}$). Deux quelconques des rm branches ont ensemble un contact d'ordre $\frac{l}{m}$.

» En exprimant que G est située sur $\mathcal{F}$ on a l'inégalité

$$(1) \qquad \delta \leqq \Psi(N) + \frac{n(n-3)}{2} - nN.$$

» Cherchons maintenant le nombre A des points sur G, qui satisfont à une relation infinitésimale donnée Ω, *d'ailleurs quelconque*. On peut évaluer successivement A en considérant G comme isolée dans l'espace ou comme située sur la surface $\mathcal{F}$. Égalant les deux expressions de A, on trouve

$$(2) \qquad nN = A + \Sigma rm,$$

la sommation s'étendant aux S' nœuds situés sur G. Il est assez remarquable que (2) soit indépendant de la nature particulière de Ω.

» Enfin, Σ ayant toujours la même signification,

$$(3) \qquad A = n(n-1) - 2\delta - \Sigma r^2 m(l+m) + \Sigma r(l+m),$$

$$(4) \qquad 2(p-1) = n(N-2) - \Sigma r.$$

» La combinaison de (1), (2) et (3) fournit l'inégalité

$$(5) \qquad n(N+2) \leqq 2\Psi(N) + \Sigma r^2 m(l+m) - \Sigma r(l+2m).$$

» Ainsi le degré n est limité dès qu'on limite les entiers r, c'est-à-dire le nombre de cycles que G possède en un nœud. Si $\mathcal{F}$ est dépourvue de nœuds, tous les r sont nuls, et l'on retrouve pour n le maximum [N] de

ma dernière Note. Dans le cas général, on aura besoin, pour limiter les r, de connaître les allures de la surface U_c aux divers nœuds de $\mathfrak{F}$.

» Dès que les S entiers r de $\mathfrak{F}$ sont limités, on n'aura plus qu'à appliquer la formule (5) aux divers groupes E de S' nœuds choisis parmi les S nœuds de $\mathfrak{F}$, $S' \leqq S$.

» L'étude de la surface U_c fera l'objet d'une Communication ultérieure. Pour le moment, je me bornerai à citer un cas où la connaissance du genre suffit pour limiter le degré n.

» Appelons, pour un groupe E défini ci-dessus, μ le plus petit des nombres $l + m$ et s l'entier immédiatement supérieur à un exposant. Il pourra exister un entier M tel qu'on ait à la fois

$$\Psi(M) \geqq \Sigma s \tag{6}$$

et

$$M < \mu(N-2). \tag{7}$$

Alors le degré n de l'intégrante G, qui passe par les nœuds du groupe E, ne peut dépasser

$$\frac{2(p-1)}{N-2-\frac{M}{\mu}}. \tag{8}$$

S'il y a plusieurs entiers satisfaisants aux inégalités (6) et (7), on prendra le plus petit.

» Pour un degré limité, la construction effective des intégrantes s'obtiendra par les procédés indiqués dans ma Note du 22 février 1892, lesquels ne sont pas modifiés par l'apparition de points multiples.

» Les formules (1) à (8), exactes pour c quelconque, peuvent être en défaut pour un nombre fini de valeurs remarquables de c. Suivant une remarque déjà faite par M. Painlevé, les intégrales particulières algébriques sont moins aisées encore à trouver que l'intégrale générale algébrique.

» Dans le cas particulier où la surface $\mathfrak{F}$ serait unicursale, l'intégration de H serait équivalente à celle d'une équation H' du premier degré et les présents résultats ne différeraient pas au fond de ceux qui ont déjà été découverts pour H' par MM. Poincaré et Painlevé. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation de Van der Waals et la démonstration du théorème des états correspondants.* Note de M. G. **Meslin**, présentée par M. Mascart.

« Considérons l'équation de Van der Waals

$$f(p, v, T, a, b, R) = 0$$

que nous appliquerons à une masse bien déterminée, par exemple à celle qui, sous la pression de 1^{atm}, occupe le volume de 1^{lit} à la température de la glace fondante. Nous pouvons, en fonction de a, b, R, calculer les quantités critiques π, φ, θ ou inversement remplacer a, b et R en fonction de π, φ, θ, nous obtenons l'équation

$$f_1(p, v, T, \pi, \varphi, \theta) = 0.$$

» Supposons maintenant, qu'en appliquant toujours cette équation à la même masse nous prenions une unité de volume n fois plus petite, les pressions et les températures critiques seront toujours exprimées par les mêmes nombres, ainsi que p et T; seuls φ et v seront exprimés par des nombres n fois plus grands; pour que l'équation (2) continue à être satisfaite, il faut donc qu'il n'y entre que le rapport $\frac{v}{\varphi}$.

» Le raisonnement est identique en ce qui concerne la pression.

» Pour les températures, il suffit, au lieu de désigner par 100° l'intervalle de la glace fondante à l'eau bouillante, de le désigner par n fois 100; alors chacun des nombres T, θ sera lui-même multiplié par n.

» L'équation (2) doit donc être de la forme

$$f_2\left(\frac{p}{\pi}, \frac{v}{\varphi}, \frac{T}{\theta}\right) = 0,$$

ce qui amène immédiatement à la forme réduite

$$f_2(\varepsilon, n, m) = 0.$$

» Le succès de la démonstration tient donc à ce qu'il y a juste autant de paramètres (a, b, R) que de variables (p, v, T); l'introduction d'un nouveau paramètre ne permettrait plus de faire valoir ainsi ces considé-

rations d'homogénéité assez semblables à celles qu'a présentées dernièrement M. Vaschy.

» Il est à remarquer que nous n'avons nullement fait valoir que π, φ et θ se rapportaient spécialement à l'état critique; ils peuvent caractériser un état quelconque; ce sera, *par exemple*, le point où la courbe isothermique présentera une inflexion avec une tangente inclinée à 45°, ou encore le point où la tangente à la courbe isothermique fera un angle donné avec la tangente d'inflexion, cette tangente d'inflexion étant parallèle à une direction donnée, etc.

» La réduction de l'équation sera possible, par rapport à un quelconque de ces points, et *l'on aura encore des états correspondants*.

» Cela tient évidemment à une propriété générale qui peut s'énoncer ainsi : Si deux corps C et C′ ont deux états E_1, E'_1 semblables (ou correspondants) par rapport à deux états types E, E′, ces états E_1, E'_1 sont aussi semblables par rapport à deux autres états E_3, E_2, qui seraient eux-mêmes semblables par rapport aux états E, E′. Cette propriété est analogue à celle qu'on rencontre dans la similitude géométrique.

» La vérification expérimentale du théorème des états correspondants garde néanmoins son importance, puisqu'elle est la vérification de ce fait qu'il n'entre que trois coefficients caractéristiques de chaque corps dans la formule qui relie le volume, la pression et la température, toutes conditions égales d'ailleurs. »

MAGNÉTISME. — *Propriétés magnétiques des corps à diverses températures.* Note de M. P. CURIE (¹), présentée par M. Lippmann.

« J'ai étudié les propriétés magnétiques d'un certain nombre de corps diamagnétiques à diverses températures. Tous ces corps ne donnent aucun effet sensible d'aimantation rémanente, et le coefficient d'aimantation est constant à chaque température, quelle que soit l'intensité du champ, pour des champs magnétiques variant de 50 à 1350 unités C.G.S.

» Les résultats de ces expériences sont résumés dans le Tableau suivant, où k est le coefficient d'aimantation spécifique, c'est-à-dire rapporté à l'unité de masse (soit 1^{gr}) :

(¹) Voir *Comptes rendus*, 4 novembre et 16 décembre 1892.

	t.	10^6K.
Bismuth solide	20°	— 1,35
» solide	273	— 0,957
» liquide	273 à 405	— 0,038
Antimoine déposé par électrolyse	20	— 0,68
» solide à	535	— 0,46
» à la température ambiante après chauffe 535°	20	— 0,94
Phosphore ordinaire, solide ou liquide	19 à 71	— 0,92
Phosphore rouge (valeur grossièrement approchée)	20 à 275	— 0,74
Eau	15 à 189	— 0,79
Sel gemme	16 à 455	— 0,573
Chlorure de potassium	18 à 465	— 0,55
Sulfate de potasse	17 à 460	— 0,43
Azotate de potasse solide ou liquide (fusion à 350°)	18 à 420	— 0,329
Quartz parallèlement ou normalement à l'axe	18 à 430	— 0,441
Soufre octaédrique, prismatique, en fleur, solide ou liquide	15 à 225	— 0,51
Sélénium solide ou liquide	20 à 415	— 0,32*
Tellure	20 à 305	— 0,311
Brome	20	— 0,41*
Iode solide ou liquide (fusion 104°)	18 à 164	— 0,38*
Palladium	14	+ 5,15
Oxygène	20	+115,0

» M. Ettingshausen (*Wied. Ann.*, 1882 et 1888) a donné pour le bismuth $10^6 K = -1,37$; M. du Boys (*Wied. Ann.*, t. XXXV; 1888) a donné pour l'eau $10^6 K = -0,837$. Mes expériences sont donc en accord avec celles de M. Ettingshausen. Elles n'ont pas été faites dans le but d'obtenir une détermination absolue très exacte et l'on peut considérer les nombres du Tableau qui précède comme des nombres relatifs et rapportés à l'eau. Pour ce liquide la valeur $10^6 K = -0,79$, prise comme point de départ, comporte peut-être une erreur de 3 pour 100.

» Les nombres accompagnés d'un astérisque (*) se rapportent à des échantillons qui n'avaient peut-être pas toute la pureté désirable.

» Les coefficients d'aimantation du quartz, du sel gemme, du sulfate de potasse paraissent augmenter un peu en valeur absolue avec la température; mais le coefficient d'augmentation de l'ordre de grandeur du coefficient de dilatation des corps solides est à peine accessible à l'expérience.

» On voit que la plupart des corps diamagnétiques étudiés ont un coefficient d'aimantation remarquablement constant, qui n'est influencé ni par les changements d'état, ni par des variations assez considérables dans la température. Le coefficient de l'eau reste constant entre 15° et

200°. Celui du soufre est sensiblement le même pour les divers états allotropiques à froid et pour les transformations successives qui se produisent quand on le chauffe. L'azotate de potasse, l'iode, le sélénium fondent sans qu'aucune variation se produise dans les propriétés magnétiques et divers sels ont un coefficient constant entre 20° et 450°.

» Le phosphore ne se comporte pas exactement de même, le phosphore rouge ayant un coefficient d'aimantation plus faible que le phosphore blanc; mais les coefficients de chacune de ces variétés allotropiques ne sont pas non plus influencées par les variations de température.

» L'antimoine déposé électrolytiquement a un coefficient beaucoup plus faible que l'antimoine ordinaire.

» Enfin, pour l'antimoine et le bismuth, le coefficient d'aimantation diminue rapidement en valeur absolue quand la température augmente.

» Le bismuth a été l'objet d'une étude complète; les expériences nombreuses ont porté sur des échantillons parfaitement purs, préparés par voie électrolytique.

» Entre 20° et 273° la variation du coefficient d'aimantation est parfaitement linéaire et peut être représentée par la formule

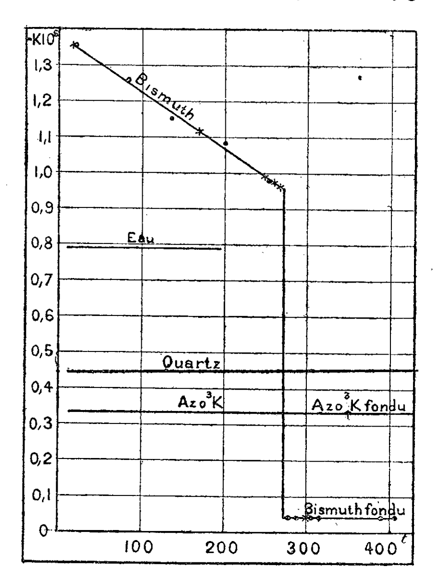
$$10^6 K_t = -1,35[1 - 0,00115(t - 20)].$$

» Au point de fusion, à l'état solide, on a $10^6 K_{273} = -0,957$, c'est-à-dire que le coefficient vaut alors les $\frac{7}{10}$ de sa valeur à 20°. Par fusion du bismuth le coefficient d'aimantation devient vingt-cinq fois plus faible (voir la figure). Le changement est absolument brusque et correspond exactement au phénomène de la fusion. Enfin de 273° à 400° le coefficient extrêmement petit du bismuth fondu reste invariable et l'on a dans cet intervalle de température $10^6 K = -0,038$.

» Les résultats obtenus pour les corps diamagnétiques sont intéressants à comparer à ceux donnés par les corps magnétiques. J'ai donné récemment la loi de variation du coefficient de l'oxygène; j'ai étudié, dans des recherches encore inédites, les sels magnétiques tels que ceux de manganèse et de fer, les métaux tels que le palladium et le platine, et enfin un dernier groupe comprenant le fer, l'acier, la fonte, le nickel et le fer aimant à leur état faiblement magnétique, à des températures supérieures à leur température de transformation.

» Pour tous ces corps magnétiques le coefficient d'aimantation diminue

quand la température augmente, et le coefficient de variation est d'autant plus faible que la température est plus élevée, c'est-à-dire que la loi de variation est toujours une loi hyperbolique qui rappelle d'une façon plus ou moins lointaine la loi si simple donnée par l'oxygène.



» Le contraste est donc grand avec l'inertie des propriétés magnétiques de la plupart des corps diamagnétiques que j'ai étudiés. On peut aussi remarquer que la loi linéaire de variation du coefficient du bismuth avec la température est bien différente des lois hyperboliques dont nous venons de parler (¹). »

(¹) Les corps étudiés étaient placés dans des ampoules de verre généralement fermées après avoir fait le vide. Le verre, faiblement diamagnétique à la température ambiante, devient beaucoup plus fortement diamagnétique lorsque la température s'élève. Cette propriété n'a pas un grand intérêt théorique, car l'augmentation du diamagnétisme est due à la diminution des propriétés paramagnétiques des oxydes magnétiques qui entrent dans la composition du verre. Mais, au point de vue pratique, cette circonstance rend les expériences beaucoup plus pénibles, en forçant, après chaque série d'expériences, de répéter avec autant de soins la même série avec l'ampoule seule portée aux mêmes températures. On a ainsi un premier terme de correction quelquefois considérable. On calcule facilement une deuxième correction, qui varie avec la température, et qui provient de la présence de l'oxygène de l'air.

ÉLECTRICITÉ. — *Contribution à l'étude des égaliseurs de potentiel par écoulement*. Note de M. **G. Gouré de Villemontée**, présentée par M. Mascart.

« Le principe des appareils à gouttes, pour mesurer le potentiel en un point de l'air ou égaliser le potentiel de deux corps, a été souvent l'objet de discussions théoriques et rarement le sujet de vérifications expérimentales. En général, on se borne à étendre des théorèmes, démontrés dans le cas de corps conducteurs de forme invariable, à des liquides qui coulent à l'intérieur de tubes mauvais conducteurs et qui se séparent en gouttes dans un gaz. Les expériences suivantes ont eu pour objet : 1° de réaliser un appareil à gouttes dans lequel tout frottement sur un corps mauvais conducteur et toute déformation du corps en mouvement sont évités; 2° de vérifier, avec cet appareil, la possibilité d'égaliser le potentiel d'un vase et d'un tronc de pyramide de même métal, par l'écoulement de la grenaille de ce métal du vase à travers le tronc de pyramide ouvert aux deux bases.

» La disposition expérimentale a été la suivante : le vase, en forme d'entonnoir, est terminé par un tube dont l'extrémité s'ouvre à l'intérieur du tronc de pyramide. Aucun contact n'existe entre l'entonnoir et le tronc de pyramide. Les dimensions ont été choisies de manière à éviter les chocs de la grenaille contre les parois au moment de l'écoulement et à voir l'extrémité de l'entonnoir sous le plus petit angle possible depuis les ouvertures. Un bouchon en cuivre, mû à distance par un manche isolant, permet de vider l'entonnoir au moment où l'on veut observer les effets de l'écoulement. L'entonnoir, posé sur trois cales isolantes, est relié au plateau inférieur d'un condensateur dont le plateau supérieur est maintenu en communication avec le sol. Un jeu de commutateurs permet de rompre la communication avec l'entonnoir et d'en observer la charge avec un électromètre très sensible de Hankel. Le cuivrage par électrolyse de l'entonnoir, de grenaille de plomb très fine, des plateaux du condensateur et des faces internes du tronc de pyramide, permet d'obtenir des pièces métalliques ne présentant au contact aucune différence de potentiel (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 727). Tout l'appareil est monté à l'intérieur de caisses dont les parois sont couvertes de feuilles d'étain reliées au sol.

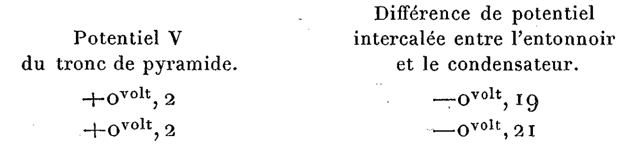
» On vérifie, avant et après chacune des séries d'expériences, que le déplacement des plateaux du condensateur et le jeu des commutateurs ne déterminent aucune charge : 1° dans le cas où l'entonnoir est vide; 2° dans le cas où l'entonnoir rempli de grenaille est vidé à travers le tronc de pyramide maintenu au sol.

» Deux méthodes ont été successivement suivies :

» 1. *Méthode d'opposition :* 1° On mesure la charge acquise par le con-

densateur, lorsqu'on fait écouler la grenaille à travers la pyramide maintenue au potentiel V; 2° on cherche la différence de potentiel, empruntée au circuit d'une pile constante, qu'il faut intercaler entre l'entonnoir et le condensateur pour rendre nulle la charge du condensateur au moment de l'écoulement. La différence de potentiel ajoutée est égale et de signe contraire à la différence de potentiel produite par l'écoulement de la grenaille.

» Les résultats ont été :



Potentiel V du tronc de pyramide.	Différence de potentiel intercalée entre l'entonnoir et le condensateur.
$+0^{\text{volt}},2$	$-0^{\text{volt}},19$
$+0^{\text{volt}},2$	$-0^{\text{volt}},21$

L'approximation des mesures ne pouvant pas dépasser $0^{\text{volt}},01$, les écarts sont dans les limites des erreurs d'observation.

» 2. *Méthode des charges alternatives :* 1° On mesure la charge du condensateur porté au potentiel V par une dérivation prise sur le circuit d'une pile constante; 2° on évalue la charge que le condensateur, séparé de la dérivation et relié à l'entonnoir, prend par le fait de l'écoulement de la grenaille à travers le tronc de pyramide porté au potentiel V; 3° on répète la première mesure. L'égalité des déviations dans les expériences 1 et 3 permet de vérifier la constance de la capacité du condensateur et l'invariabilité de l'appareil pendant les expériences.

» Les résultats sont résumés dans le Tableau suivant : les déviations sont évaluées en divisions du micromètre :

Potentiel de charge du condensateur ou de la pyramide.	Déviations de la feuille de l'électromètre par la décharge du condensateur chargé par		Différences.
	contact.	écoulement.	
volt	div.		div.
— 0,1	— 9,7	— 9,5	+ 0,2
+ 0,1	+ 11	+ 11	0
— 0,2	— 20	— 20	0
+ 0,2	+ 24	+ 24	0
— 0,3	— 30	— 30	0
+ 0,3	+ 30	+ 30	0
— 0,4	— 40	— 40	0
+ 0,4	+ 50	+ 50	0
— 0,6	— 52	— 52	0
+ 0,6	+ 70	+ 70	0
+ 0,8	+ 110	+ 110	0
+ 1	+ 120	+ 120	0

» L'erreur de lecture est inférieure à une demi-division. Une différence de potentiel de $0^{volt},1$ correspondant à une déviation de 10 divisions, l'erreur absolue dans les mesures est $0^{volt},005$.

» L'égalité des nombres de la deuxième et de la troisième colonne montre l'identité des charges prises dans les deux cas.

» Les conditions indispensables pour obtenir l'égalité des nombres précédents sont :

» 1° Égalité de potentiel au contact des plateaux du condensateur, de la grenaille cuivrée et des faces internes du tronc de pyramide. Toute altération superficielle due à des poussières ou à de la fumée détermine une charge du condensateur par le jeu de l'écoulement à travers la pyramide au potentiel zéro. Un lavage avec alcool suffit pour rétablir les surfaces dans l'état primitif, si l'altération n'est pas chimique. Les résultats sont changés par la substitution de laiton au cuivre à la pointe de sortie de la grenaille.

» 2° Contact de la grenaille avec l'extrémité du tube de l'entonnoir sans choc contre les parois. Tout choc détermine une charge accidentelle et produit des résultats variables. L'écoulement sans choc détermine un régime permanent et à une charge constante correspondant à un potentiel donné.

» 3° Les durées de charge du condensateur ont varié de quinze secondes à une minute. La charge par le jeu de l'écoulement est indépendante de la durée de l'écoulement après dix secondes.

» *Conclusion.* — On voit ainsi que : *L'égalisation de potentiel d'un tube et d'un récipient de même métal, rempli de grenaille de ce métal, peut être obtenue en faisant écouler du récipient à travers le tube de la grenaille du métal* [1]. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Phénomènes lumineux observés à Lyon (observatoire) dans la soirée du 6 janvier 1893.* Note de M. **Gonnessiat**, présentée par M. Mascart.

« A 6^h15^m, temps moyen de Paris, une lueur blanchâtre est remarquée près de l'horizon ouest-nord-ouest, s'étalant en forme d'arc dans la région du ciel occupée par la Lyre, la tête du Dragon et la queue de la Grande Ourse; son intensité est comparable à celle de la voie lactée, avec laquelle la bande lumineuse se confond à sa base.

» A 6^h30^m le phénomène gagne en intensité; l'arc lumineux s'est élevé et s'étend

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

d'un horizon à l'autre, autant qu'on en peut juger au-dessus de la brume basse. Le bord sud de cet arc est nettement arrêté et passe par le Dauphin, γ Cygne, β Petite Ourse et le centre du trapèze de la Grande Ourse; une sorte de dépression, correspondant à une diminution d'éclat, existe vers δ Dragon. La teinte observée est d'un blanc légèrement bleuâtre, contrastant avec la nuance un peu jaunâtre de la lumière zodiacale que l'on voyait en même temps.

» A $6^h 45^m$ les lueurs sont de plus en plus brillantes, principalement dans la moitié ouest; à l'est elles sont plus faibles; elles sont d'un blanc diaphane que percent les étoiles sans affaiblissement sensible. Le bord supérieur passe un peu au-dessous de la Polaire; une solution de continuité existe en cet endroit. La lueur se dégrade du côté nord.

» A $7^h 5^m$ la partie occidentale de l'arc est toujours plus brillante que l'autre, qui cependant s'est renforcée; la dépression de la partie supérieure est moins accusée. A l'ouest, le bord sud de la plage lumineuse est très net; immédiatement à côté le ciel est d'un bleu profond. On aperçoit toujours la lumière zodiacale; la voie lactée est bien visible, et transparaît sous la zone lumineuse qui semble renforcée au point de croisement. Toute la région nord au-dessous de l'arc principal a un aspect laiteux; la lueur, qui va en se dégradant du sud au nord, reprend de l'intensité vers 15° environ au-dessus de l'horizon. Le phénomène est limité à une ligne passant par ε Pégase, le milieu entre γ Céphée, β Cassiopée et ι Grande Ourse.

» A partir de $7^h 5^m$, le phénomène diminue d'intensité; mais l'arc principal reste entièrement visible et continue à s'élever.

» A $7^h 15^m$, il passe par ε Cassiopée. Par comparaison avec la voie lactée, il semble légèrement nuancé de rouge. Il s'efface ensuite assez rapidement.

» A $7^h 30^m$, il n'en reste qu'une trace à peine sensible passant par β Pégase, le milieu entre ε Cassiopée et η Persée, δ Cocher et γ Écrevisse.

» Une lueur assez intense persiste au nord, où l'on peut distinguer la partie supérieure d'un arc atteignant la tête du Dragon et ε Grande Ourse.

» A $8^h 40^m$, il en subsiste encore quelque chose. Plus tard, la Lune est au-dessus de l'horizon et empêche les observations.

» Il faut insister sur l'éclat et la transparence des bandes observées; les étoiles vues au travers étaient peu affaiblies et ne présentaient pas d'auréole; il ne peut donc s'agir de cirrus.

» On peut penser aux nuages noctiluques; mais cette hypothèse est bien invraisemblable, étant donnée l'étendue du phénomène. Il est probable qu'on s'est trouvé en présence d'une aurore boréale; les arcs observés étaient d'ailleurs perpendiculaires au méridien magnétique. Mais, alors, il semble extraordinaire que les appareils magnétiques soient restés presque calmes. »

PHYSIOLOGIE. — *Méthode pour mesurer objectivement l'aberration sphérique de l'œil vivant.* Note de M. **C.-J.-A. Leroy**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note antérieure ([1]), j'ai décrit une méthode permettant de mesurer l'aberration des objectifs du microscope et annoncé l'intention de l'appliquer à l'étude de l'œil.

» Le principe est celui sur lequel repose l'examen skioscopique des ophtalmologistes dû à Cuignet; on sait que l'invention de Cuignet était purement empirique. J'en ai établi ailleurs ([2]) la théorie et j'ai reconnu depuis que ce principe avait déjà été utilisé par Foucault dans la recherche locale des miroirs télescopiques.

» L'étude des objectifs m'a permis de constater que, si l'on augmente le diamètre de la fente lumineuse objet, la netteté des phénomènes caractéristiques s'atténue rapidement. Ce fait, qui m'avait inspiré des doutes, aujourd'hui dissipés, sur l'application de la méthode à l'étude de l'œil, explique pourquoi, dans la skioscopie ordinaire, le miroir plan est supérieur au miroir concave, et pourquoi le miroir convexe que j'emploie actuellement vaut mieux encore. Toutefois j'ai reconnu qu'on ne pouvait augmenter la courbure du miroir convexe autant qu'il serait désirable sans affaiblir l'intensité au point de rendre toute observation impossible. On pourrait se rapprocher plus de l'idéal, une fente lumineuse très étroite et à bords très nets et en même temps suffisamment intense, au moyen d'un dispositif plus compliqué; pour le moment, je me contente d'une lampe ordinaire et d'un miroir convexe de 0,25 de foyer, désargenté sur une ouverture circulaire de 1^{mm}.

» Je perce le miroir d'un petit trou et non d'une fente qui semblerait préférable, *a priori*, parce que l'examen des objectifs montre que cette disposition nuit à la précision des mesures en compliquant souvent les phénomènes, notamment quand l'appareil optique examiné présente des défauts de symétrie.

» Me plaçant à une distance fixe de $0^{m},50$ de l'œil examiné, en faisant passer devant cet œil les verres de la boîte d'essai, j'amène successivement

---

([1]) *Comptes rendus*, 2 décembre 1889.

([2]) *Le phénomène de l'ombre pupillaire* (*Revue générale d'Ophtalmologie*, p. 288 et 337; juillet 1887).

dans le plan du petit trou ophtalmoscopique les sections intéressantes du faisceau lumineux. Leur analyse se fait au moyen d'un déplacement transversal du pinceau, obtenu par une rotation du miroir, en observant les modalités de l'éclairage pupillaire du sujet.

» De même que pour les objectifs, l'aberration s'affirme par une marche à la fois directe et inverse de l'illumination pupillaire, tandis que sans aberration on ne peut constater qu'une marche soit directe, soit inverse, ou l'absence totale d'illumination partielle.

» L'aberration chromatique échappe à cause de la coloration de la lumière où domine le rouge orangé. On n'a donc affaire ici qu'à l'aberration sphérique, tandis que, pour les objectifs, en lumière ordinaire, les deux aberrations manifestent simultanément leurs caractères.

» Les conditions de l'expérience étant moins rigoureuses que pour les objectifs, et l'œil étant un organe beaucoup moins géométrique, les phénomènes sont nécessairement moins nets; souvent la lumière inverse ne se reconnaît que par un renforcement de l'intensité du côté opposé à celui de la marche première de la lumière; d'où une plage intermédiaire, plus ou moins sombre, qui s'évanouit des deux côtés à la fois.

» A et B étant les verres extrêmes qui donnent encore la double marche, la différence A — B est la valeur de l'aberration en dioptries, c'est-à-dire la différence des inverses des distances focales des rayons marginaux et centraux exprimés en mètres. On démontre aisément que l'un de ces verres, B par exemple, correspond, d'une part, au verre qui corrige l'amétropie (qu'on détermine préalablement par une autre des méthodes connues) et, d'autre part, au foyer des rayons centraux; le signe de la différence A — B est donc celui de l'aberration.

» L'aberration des verres s'ajoute à celle de l'œil; il est facile d'en tenir compte, mais elle est généralement négligeable. Si l'on désire plus de précision que n'en comporte l'intervalle des verres de la boîte, il suffit que l'observateur se déplace un peu et tienne compte de cette correction par le calcul.

» L'astigmatisme donnant lieu à une double marche est fort gênant. Cependant quelques cas peuvent encore être utilisés en déplaçant la lumière dans le plan d'un méridien principal; alors la lumière inverse de l'aberration chemine dans la direction de ce plan, tandis que celle de l'astigmatisme suit la direction perpendiculaire, ce qui permet d'éviter la confusion.

» Pendant la détermination des verres A et B, l'accommodation du sujet

doit rester fixe, d'où l'utilité de l'atropine. D'ailleurs, chez l'homme, quand la pupille a des dimensions normales, l'aberration est si réduite qu'elle échappe généralement, alors qu'avec l'atropine, elle atteint d'une fraction à plusieurs dioptries.

» C'est ainsi que j'ai pu mesurer l'aberration chez l'homme, le mouton, le chat, le lapin et même le pigeon.

» La variété des résultats obtenus, particulièrement chez l'homme, soulève des questions intéressantes; je me propose d'y revenir prochainement. »

CHIMIE. — *Sur le poids atomique du palladium.* Note de MM. **A. Joly** et **E. Leidié**, présentée par M. Troost.

« En appliquant la méthode de séparation du palladium que nous avons décrite il y a deux ans (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 1259), nous avions pu nous procurer un poids assez notable de ce métal. Pour vérifier sa pureté, nous l'avons transformé en composés simples, de formules bien définies dont nous nous sommes proposé de faire une analyse aussi précise que possible, ce qui nous conduisait naturellement à soumettre à un nouveau contrôle le poids atomique du palladium.

» Le nombre 106,35, déduit par M. Keiser (*Am. Journ.*, t. XI, p. 398) de l'analyse du chlorure de palladamine, nombre qui diffère à peine de celui que Berzélius avait obtenu en analysant le chloropalladite de potassium, pouvait-il être admis définitivement? Il nous paraissait un peu trop élevé en comparaison des nombres obtenus récemment pour les cinq autres métaux du platine. Entre temps, MM. Bailey et Thornton (*Journ. of the Chem. Soc.*, t. LXII, p. 748, août 1892) et MM. Keller et Smith (*Am. Journ.*, t. XIV, p. 423, octobre 1892) trouvaient pour le poids atomique du palladium des nombres très différents. Il n'était donc pas sans intérêt de publier nos déterminations, que nous considérons d'ailleurs encore comme provisoires; elles étaient faites par une méthode distincte de celle de ces Messieurs et sur un composé différent.

» Le palladium que nous avions extrait des résidus de fabrication du platine, déjà pur, joint à un échantillon de métal pur que nous devions à l'obligeance de MM. Matthey, Johnson et C°, de Londres, a été transformé de nouveau en palladionitrite de potassium, puis en chloropalladite. Les 378 grammes de sel obtenus ont été purifiés par de nouvelles cristallisa-

tions, amenés enfin à l'état de cristaux microscopiques et essorés à la trompe.

» *Électrolyse.* — Le chlorure double a été électrolysé en solution aqueuse acidulée par l'acide chlorhydrique. L'appareil se compose de deux cylindres concentriques en platine; l'électrode négative (hauteur : $6^{cm},0$; diamètre : $1^{cm},7$; poids : $3^{gr},8896$) est suspendue par des fils de platine soudés, au centre d'un vase de Bohême de 200^{cc} de capacité; elle est enveloppée de toutes parts par l'électrode positive (hauteur : $6^{cm},5$; diamètre : $4^{cm},7$). Des ouvertures pratiquées dans les deux cylindres permettent aux liquides de circuler librement. Le vase de verre est soutenu par un large disque en platine qui repose sur les bords d'un bain-marie maintenu à 50°-55°. L'intensité du courant ($0^{amp},1$) est maintenue constante pendant dix à douze heures. Le cylindre négatif, recouvert du palladium déposé, est lavé, séché et n'est pesé qu'après avoir été chauffé dans un courant d'hydrogène, puis refroidi dans un courant de gaz carbonique. Il est posé dans un étui en verre, taré par un tube de même verre et de même volume; les poids sont en platine iridié, soigneusement étalonnés.

» *Première série.* — Le sel est desséché seulement dans le vide sec.

	$PdCl^2, 2KCl$.	Pd.	$\frac{Pd}{PdCl^2, 2KCl}$.	2KCl.	$\frac{Pd}{2KCl}$.
I.........	1,2055	0,3919	105,749	0,5520	105,643
II........	1,2178	0,3937	104,881	0,5551	105,535
III.......	1,2518	0,4048	104,923	0,5687	105,916

» *Deuxième série.* — Le sel a été desséché dans le vide sec à 100°.

	$PdCl^2, 2KCl$.	Pd.	$\frac{Pd}{PdCl^2, 2KCl}$.	2KCl.	$\frac{Pd}{2KCl}$.
IV.........	1,3635	0,4422	105,374	0,6186	106,368
V..........	3,0628	0,9944	105,545	0,3929	106,229
VI.........	1,4845	0,4816	105,405	0,6782	105,694
VII........	1,7995	0,5838	105,427	0,8206	105,861

» La première série est à rejeter, car nous avons vérifié en entreprenant la seconde série que le sel, même après un séjour de deux mois dans le vide sec, perdait environ 0,23 pour 100 d'eau. Nous rejetons les nombres déduits de la pesée du chlorure de potassium, la longueur des évaporations et la pesée directe du sel ne présentant qu'une précision faible; enfin, *a priori*, nous avions renoncé au dosage du chlore comme trop incertain.

» La moyenne des nombres obtenus en prenant le rapport du métal au sel primitif desséché à 100° est

105,438 (1).

---

(1) H = 1, O = 15,96, Cl = 35,37, KCl = 74,40.

» Ce nombre diffère peu de celui qui a été déduit par MM. Bailey et Thornton de l'analyse du chlorure de palladamine

105,459.

» *Réduction par l'hydrogène.* — Sans entrer dans des indications précises sur le mode opératoire, citons les nombres ainsi obtenus :

	$PdCl^2, 2KCl$.	Pd.	$\frac{Pd}{PdCl^2, 2KCl}$.	2KCl.	$\frac{Pd}{2KCl}$.
	gr	gr	gr	gr	gr
I	2,4481	0,7949	105,560	1,1168	105,911
II	1,8250	0,5930	105,671	0,8360	105,656
		Moyenne	105,665		

» Le métal, réduit en présence du chlorure de potassium, peut, ce nous semble, entraîner le sel mécaniquement, ce qui élève le poids atomique; cette méthode nous paraît moins bonne que la précédente.

» Les nombres 105,4 ou 105,5 qui se trouvent ainsi déduits de deux séries de nombres obtenues par des expérimentateurs distincts et par des méthodes très différentes seront adoptés par nous provisoirement.

» Nous nous proposons, après avoir fait subir à l'appareil à électrolyse quelques modifications qui nous permettront d'apporter à nos mesures plus de précision, de reprendre la détermination des poids atomiques des métaux du platine, à la préparation et à la purification desquels nous avons consacré deux années de travail. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des alcoolates alcalins sur l'anhydride camphorique et quelques autres anhydrides.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« En faisant réagir les alcoolates sodiques sur l'anhydride camphorique, on obtient les orthoéthers acides de l'acide camphorique [1]. Avec l'éthylate de sodium, on obtient l'éther orthoéthylcamphorique (expression de Brühl).

» Me basant sur le point d'ébullition qui n'a qu'une valeur relative ($200°$-$210°$ sous 22^{mm} de pression), le corps régénérant à l'ébullition une

(1) J'ai signalé le fait le 6 avril 1892, à la Société chimique (*Bulletin* du 5 mai 1892, p. 243).

très notable quantité d'anhydride camphorique, j'ai cru un instant avoir produit l'éther de saponification (allo-éther). Quelques cristaux de ce dernier éther, obligeamment mis à ma disposition par M. Friedel, n'ont point déterminé la cristallisation de mon produit. D'ailleurs j'ai reconnu que l'action de l'alcool et de l'acide chlorhydrique ne donnait pas l'éther diéthylique, ce qui n'aurait pas manqué d'arriver dans le cas de l'allo-éther.

» M. Haller, sur mes indications, faisant la réaction avec le méthylate de sodium, obtint l'orthoéther acide méthylcamphorique, lequel cristallise (F. 77°) et dont l'identification est facile.

» Depuis quelque temps déjà, cette réaction était un fait établi. Une Note de M. James Walker sur les éthers de l'acide camphorique, où ce chimiste utilise cette réaction, m'engage à publier mes observations (1).

» J'ai exécuté l'opération dans les conditions suivantes :

» 5^{gr} de sodium sont dissous au sein de l'alcool absolu dans un ballon à long col. Dans le liquide chaud, on projette 20^{gr} d'anhydride camphorique sec. Une réaction vive a lieu; on chauffe quelques instants pour achever la dissolution. Le liquide sirupeux obtenu, versé dans l'eau, s'y dissout entièrement et donne, par addition d'acide chlorhydrique, l'éther acide orthoéthylcamphorique, qui se précipite liquide au fond du vase. On le sépare de l'eau complètement, en le dissolvant dans l'éther de pétrole. Ce dernier, par évaporation au bain-marie, donne l'éther camphorique.

» La réaction a lieu par simple addition de l'alcoolate alcalin, avec rupture de la chaîne d'anhydrisation. En adoptant les idées de M. Friedel, on a

$$\begin{matrix} CO \\ | \diagdown \\ CO \\ \diagup \diagdown \; | CO \\ | \end{matrix} + C^2H^5.ONa = \begin{matrix} CO.O(C^2H^5) \\ | \\ CONa \\ \diagup \diagdown \; | CO \\ | \end{matrix}.$$

Ce sel sodique peut d'ailleurs être isolé. Au lieu de verser dans l'eau le liquide sirupeux alcoolique, provenant de la réaction, on l'additionne d'éther absolu qui précipite un corps butyreux lequel, lavé à l'éther et rapidement séché, donne à l'analyse une quantité de sodium très approchée

(1) *Journ. of the Chem. Soc.*, décembre 1892, p. 1088.

de la théorie. Ce sel sodique est incristallisable, très déliquescent, très soluble dans l'eau et dans l'alcool absolu.

» L'éther orthométhylcamphorique se produit dans les mêmes conditions.

» La préparation de l'éther orthoamylcamphorique demande quelques détails :

» 5^{gr} de sodium sont dissous à chaud dans 100^{gr} d'alcool amylique pur, exempt d'eau. Dans le liquide en ébullition, on projette 20^{gr} d'anhydride camphorique sec. La réaction est vive. Le liquide se prend rapidement en masse. On traite par l'eau; il se sépare deux couches, l'une aqueuse, renfermant un peu de camphorate bisodique, si l'alcool amylique employé n'était pas parfaitement déshydraté, l'autre constituée par l'excès d'alcool amylique tenant en solution l'éther sodé.

» On chasse l'alcool amylique à la chaleur du bain-marie; on reprend par l'eau qui dissout l'orthoamylcamphorate sodique, et l'on précipite par l'acide chlorhydrique. En agitant avec l'éther le pétrole et faisant évaporer au bain-marie, on obtient le corps pur.

» Cet éther orthoamylcamphorique est un liquide très visqueux, sorte de résine translucide, pâteuse, incolore, qui se décompose, chauffée sous pression réduite, au delà de 250°. Je n'ai pu le faire cristalliser.

» En ce moment, je poursuis cette étude sur les phénols. Le phénol ordinaire, dans les mêmes conditions, paraît donner un éther camphorique.

» J'ai essayé cette action des alcoolates alcalins, et en particulier de l'éthylate de sodium sur les anhydrides phtalique, succinique, sur la lactide et la coumarine. Les résultats ont été les suivants :

» La réaction a toujours lieu avec vivacité. Mais soit l'addition d'eau, soit l'addition d'alcool à 93° pour isoler les corps, amène la saponification du monoéther formé, par formation de soude, aux dépens de l'excès de l'alcoolate, et réaction saponifiante de cette dernière sur les éthers formés. On obtient du succinate bisodique, du phtalate bisodique.

» La lactide ne donne pas davantage, dans ces conditions, d'éther monoéthylique isolable. On retire un lactate bisodique.

» Enfin la coumarine donne simplement, avec l'éthylate de sodium, de la coumarine sodée avec formation d'alcool. Le phénomène d'addition de l'éthylate avec rupture de la chaîne n'a pas lieu.

» La seule conséquence immédiate et logique à déduire de ces essais comparatifs est que les éthers de l'acide camphorique sont plus difficile-

ment saponifiables que ceux des acides succinique et phtalique, et que son anhydride est différent d'une lactide ou d'une coumarine.

» J'ai institué là, dans tous les cas, une méthode générale de formation des orthoéthers de l'acide camphorique, qui me paraît simple et féconde. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Modification de la pression artérielle sous l'influence des toxines pyocyaniques*. Note de MM. **Charrin** et **Teissier**.

« Les sécrétions du bacille pyocyanique agissent sur les vasomoteurs; elles paralysent les centres vasodilatateurs. Gley et Charrin l'ont établi ; Doyon et Morat, Ruffer et Sherrington, etc. l'ont confirmé.

» En se basant sur ces données, on a pu concevoir des espérances au point de vue thérapeutique. Le professeur Bouchard [1] a ouvert la voie. Au cours de recherches spéciales, entreprises dans son service, il nous a été possible de relever les changements subis par la pression artérielle. Nous avons poursuivi cette étude, en utilisant le sphygmomanomètre du professeur Potain, instrument sûr, si l'on observe les règles voulues. Bien entendu, les explorations ont eu lieu dans des conditions identiques, absolument comparables. Elles ont été faites sur des tuberculeux, puis sur un convalescent de fièvre typhoïde, malade chez lequel la pression était très basse.

» Le liquide employé n'est autre que les produits solubles du microbe de la suppuration bleue. Ces produits ont été fabriqués par ce microbe soit dans du bouillon de bœuf, soit dans le milieu suivant :

PO^4KH^2	0,100 gr	$MgSO^4 + 7Aq$	0,050 gr
$CO^4Na2H + 12Aq$	0,100	Ac. aspartique neutralisé par la soude	4,433
CO^3KH	0,134	Eau	q. s. p^r 1^lit
$CaCl^2$	0,050		

» On a usé, tour à tour, de cultures jeunes et de cultures plus âgées, de cultures filtrées et de cultures stérilisées sans la filtration, sans la chaleur. Des injections d'eau distillée ont permis de contrôler les résultats.

---

(1) Bouchard, *Action des toxines sur les vasomoteurs* (*Comptes rendus* du 28 octobre 1891). — Charrin, *Les toxines causent la fièvre, etc.;* Bouchard et Charrin, *Action des toxines sur la température* (*Comptes rendus* du 26 décembre 1892).

» Voici quelques-unes de nos expériences :

Observations I et II.

Injection de 0^{cc},5 *de toxine âgée de* 16 *jours en milieu albumineux.*

» I. 1° Tuberculeux :

	Avant injection.	Après injection.			
		11^{h}.	2^{h}.	5^{h}.	Lendemain.
Pression artérielle..	11^{cm},08-12^{cm}	13^{cm}	13^{cm}	13^{cm}	»
Pouls	100	104	100	108	»
Température rectale.	38°,6	39°	39°,4	39°,2	»

Élévation de 1^{cm},02.

» II. 2° Fièvre typhoïde (convalescent) :

Pression artérielle..	10^{cm},05	11^{cm}	12^{cm}	13^{cm}	10^{cm},08
Pouls	86	82	100	104	86
Température rectale.	37°	37°,2	37°,9	38°,2	37°,4

Élévation de 2^{cm},05.

Observation III.

Injection de 0^{cc},75 *de toxine âgée de* 16 *jours en milieu albumineux.*

» Tuberculeux :

Pression artérielle..	12^{cm},04	14^{cm},06-15^{cm}	15^{cm}	14^{cm},05	13^{cm}
Pouls	96	106	112	112	96
Température rectale.	38°,2	38°,6	39°,6	40°	38°,4

Élévation de 2^{cm},05.

Observations IV et V.

Injection de 0^{cc},5 *de toxine âgée de* 3 *jours. Milieu albumineux.*

» IV. Tuberculeux :

Pression artérielle..	12^{cm},07	13^{cm}-13^{cm},02	13^{cm},05	13^{cm},02	12^{cm},08
Pouls	100	92	96	96	96
Température rectale.	38°,7	38°,4	38°,6	38°,6	38°,7

Élévation de 0^{cm},8 : effet peu accentué.

» V. Fièvre typhoïde (convalescent) :

Pression artérielle..	10^{cm},08-11^{cm}	11^{cm},08-12^{cm}	10^{cm},04	11^{cm}	10^{cm},08-11^{cm}
Pouls	88	80	76	84	88
Température rectale.	36°,6	36°,8	37°	37°	37°,1

Élévation de 1^{cm}.

» *Nota.* — Dans les deux cas, trois heures après : retour de PA à un degré inférieur à celui constaté avant l'expérience.

OBSERVATIONS VIII ET IX.

Injection 1cc de toxine (milieu acide aspartique), de 16 jours.

» VIII. Tuberculeux :

	Avant injection.	Après injection. 11h.	2h.	5h.	Lendemain.
Pression artérielle.......	12cm	13cm,02	13cm	12cm,8	12cm
Pouls..................	112	108	116	112	108
Température rectale......	38°,1	39°,2	39°,5	39°,5	39°,3

Élévation de 1cm,02.

» IX. Fièvre typhoïde (convalescent) :

Pression artérielle.......	11cm	12cm	11cm,08	11cm,05	11cm
Pouls..................	92	84	92	88	116
Température rectale......	37°	37°,1	37°,3	37°,6	37°,6

Élévation de 1cm durable.

OBSERVATIONS X ET XI.

Injection de 1cc d'eau distillée.

» X. Tuberculeux :

Pression artérielle........	12cm	12cm	11cm	11cm	11cm08
Pouls..................	108	112	112	120	116
Température rectale......	38°,8	38°,1	37°,8	38°,3	38°,6

» *Nota.* — Donc diminution au lieu de l'augmentation habituelle.

» XI. Fièvre typhoïde :

Pression artérielle.........	12cm	12cm	12cm	12cm	11cm,08-12
Pouls..................	84	84	88	92	88
Température rectale.......	37°,2	37°3	37°,4	37°,6	37°,2

» *Nota.* — Sans aucune injection, les pressions artérielles du tuberculeux ont présenté : variations en moins, 10cm, 11cm,05; celles du typhique n'ont pas varié.

» Ces données autorisent les conclusions suivantes :

» L'injection sous-cutanée de toxines pyocyaniques élève la pression artérielle. Cette élévation est directement proportionnelle à l'âge de la culture, à la richesse du bouillon en albuminoïdes, à la quantité introduite sous la peau; elle est également plus marquée, si le liquide contient le protoplasma microbien.

» Remarquons que ces augmentations de pression sont passagères, donnée qui concilie nos résultats avec les notions que nous possédons sur la fièvre. Notons encore que des expériences, poursuivies par Gley et Charrin, confirment nos conclusions.

» On voit par là, une fois de plus, que si l'action des sécrétions bactériennes varie en intensité, suivant les espèces, elle varie également suivant les doses, l'âge de ces sécrétions, la nature des milieux où elles sont nées, etc. »

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Sur divers cas de gingivite arthro-dentaire infectieuse, observés chez des animaux.* Note de M. V. **Galippe**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« En 1888, j'ai signalé à l'Académie l'existence, chez un éléphant captif, d'une maladie décrite chez l'homme par M. Malassez et par moi, sous le nom de gingivite arthro-dentaire infectieuse ou *Pyorrhea alveolaris*. Depuis, j'ai poursuivi mes recherches et j'ai constaté chez d'autres animaux l'existence de la Pyorrhée alvéolaire.

» C'est ainsi que, sur une *panthère*, morte au Muséum en 1887, j'ai fait l'étude histologique des lésions. Elles sont identiques à celles que j'ai décrites chez l'homme et chez les animaux. Elles en diffèrent, dans ce cas particulier, par l'intensité du processus destructif observé au niveau de la couronne et qui pouvait faire croire à l'existence de caries superficielles. Un autre point à noter est l'importance des réparations osseuses, venant combler les lésions destructives au voisinage du sommet des racines.

» On conçoit que des animaux atteints de cette affection ne s'alimentent que difficilement et qu'ils meurent sous l'influence de l'épuisement ou de maladies infectieuses intercurrentes.

» C'est ce qui a été observé par M. Mégnin chez plusieurs *Kanguroos* de *Bennett*, ayant succombé à une affection dont la cause directe était ignorée. A l'autopsie, M. Mégnin avait trouvé l'intestin vide, ce qui prouvait que ces animaux, au moins dans les derniers jours de leur vie, ne mangeaient plus. Le maxillaire présentait des lésions que j'ai étudiées; sur des coupes microscopiques pratiquées à la fois sur les dents et sur le maxillaire, j'ai pu déterminer l'existence des lésions de la Pyorrhée alvéolaire; l'envahissement et la destruction du ligament alvéolo-dentaire par une association microbienne; chez certaines dents, les racines même étaient détruites. Le maxillaire n'avait pas échappé à ces phénomènes destructifs. On observait des abcès aussi bien dans le maxillaire que dans le ligament, ces derniers, souvent au voisinage des nerfs, ce qui devait rendre la mastication très douloureuse. Le trait saillant des lésions observées est une infection polymicrobienne ayant envahi le maxillaire, le ligament, le cément et la dentine.

» Pour des raisons que j'ai longuement exposées antérieurement, les *chiens*, surtout ceux qui vivent dans nos appartements, sont très sujets à la Pyorrhée alvéolaire. La gravité des lésions varie suivant l'ancienneté de la maladie; mais elles sont comparables, à tous les points de vue, à celles que nous avons observées chez les autres animaux.

» Le caractère infectieux de cette maladie est de nature à faire redouter le contact de la salive des animaux malades.

» Les *singes*, lorsqu'ils vieillissent, deviennent redoutables par leurs morsures. Leurs canines sont puissantes et acérées; pour les désarmer, on a l'habitude, dans les ménageries, d'en couper l'extrémité. Cette opération, difficile à exécuter, dépasse souvent le but proposé et la pulpe se trouve mise à nu. Celle-ci s'infecte et s'enflamme; elle provoque, soit spontanément, soit à la pression, de très vives douleurs, puis des fluxions, des abcès, etc. Les animaux se trouvent dans la même situation que s'ils avaient une carie dentaire pénétrante. Les lésions observées sont d'origine microbienne et portent à la fois sur les dents et sur le maxillaire. »

MINÉRALOGIE. — *Gisement primaire de platine dans l'Oural.* Note de M. A. INOSTRANZEFF, présentée par M. Daubrée.

« L'été dernier, j'ai été témoin de la découverte, dans l'Oural, d'un gîte primaire de platine dans la région des célèbres gisements (alluvions) platinifères de Nijny-Taguilsk, appartenant au prince Demidoff-San-Donato et situés sur le versant occidental de l'Oural, dans le bassin des rivières Visim, Martiane et Tchaouj. Toutes ces rivières naissant sur les flancs du mont Solovieff, on avait lieu d'y présumer et chercher depuis longtemps le gîte primaire du platine. Pourtant, les recherches restaient infructueuses. Ce n'est que par hasard que l'on découvrit, l'été passé, dans la roche-mère constituant le mont Solovieff, une enclave de $0^{m},35$ de diamètre, consistant en fer chromé et en serpentine, avec une petite quantité de dolomie. Le fer chromé et la serpentine y sont associés en bandes alternantes, rappelant la répartition de la serpentine dans l'ophicalcite; des restes anguleux de la roche-mère sont disséminés dans le nid susindiqué. A la loupe, on parvient à découvrir, dans la roche de l'enclave, de petits grains de platine natif.

» L'analyse chimique des parties de la roche qui ne contenaient point de platine en grains, visibles à la loupe, y découvrit une teneur en platine de 0,0107 pour 100 (moyenne de deux analyses).

» Pour déterminer la teneur en platine j'eus recours, dans la première analyse, au chloroplatinate de potasse (ce qui me donna 0,0103 pour 100); dans la seconde, à la réduction au moyen du zinc (ce qui me donna 0,014 pour 100).

» Le platine est donc contenu dans la roche en parcelles microscopiques.

» L'analyse microscopique de la roche-mère du mont Solovieff démontra que la roche consiste en des grains anguleux d'olivine, cimentés par de la serpentine vert-clair, parsemée de grains point très nombreux de fer chromé.

» La roche en question peut donc être envisagée comme la variété des péridotites connue sous le nom de *dunite*. La roche de l'enclave se trouve en contact tantôt avec la dunite fraîche, intacte, tantôt avec la dunite désagrégée, y entrant alors par des apophyses. »

M. **Daubrée**, à propos de cette Note de M. Inostranzeff, présente les observations suivantes :

« La présence du platine, en quantité dosable, dans les parties de la roche où ce métal est invisible à l'œil nu, est un fait nouveau et intéressant que nous fait connaître M. Inostranzeff.

» Quant à la nature minéralogique de cette roche matrice du platine, je demande la permission de le rappeler, son observation confirme tout à fait celle que j'ai présentée autrefois ([1]), en signalant une roche provenant également des exploitations de Nischny-Taguilsk, où sont disséminés des grains de platine natif et qui est formée aussi de péridot et de serpentine avec fer chromé. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de phénomènes de recouvrement dans l'Atlas de Blida (Algérie).* Note de M. E. **Ficheur.**

« Le massif de Blida, comprenant les monts des Beni-Salah et des Mouzaïa, présente le bourrelet le plus saillant de l'Atlas Métidjien. Ses contreforts s'abaissent rapidement au nord vers la plaine, et se prolongent à l'est et à l'ouest par des chaînons de moindre importance.

» L'axe de ce massif est constitué par une puissante formation de schistes argileux, souvent ardoisiers, de structure uniforme dans la masse centrale, intercalés de bancs irréguliers de quartzites dans les assises supérieures; aucun débris fossile n'est venu jusqu'ici donner d'indication sur l'âge de

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 719; 1875.

ces schistes qui, par leur facies tout particulier, ne présentent aucune analogie avec les diverses formations secondaires de l'Algérie. La seule indication fournie par la Stratigraphie nous les montre en discordance sous le gault; je les désignerai sous le nom de *schistes de la Chiffa*, du défilé bien connu qui les entaille sur toute la largeur du massif.

» Ce noyau isolé, en forme d'ellipse très allongée, est recouvert et entouré par les divers étages de la série crétacée, qui constituent toute l'ossature de la chaîne dans ses prolongements à l'est (massif de Tablat), au sud (crêtes des Beni-Messaoud) et à l'ouest (chaînons des Soumata). On y rencontre les étages du *gault*, du *cénomanien*, du *sénonien* et du *danien*. Le facies de chacun de ces étages a été défini dans les publications récentes sur les régions avoisinantes; j'ajouterai, en ce qui concerne l'étage supérieur, que la découverte d'ammonites du genre *Pachydiscus* permet définitivement de préciser sa situation au sommet du crétacé ([1]). Au-dessus viennent quelques lambeaux de terrain nummulitique (éocène moyen), puis des marnes de l'étage cartennien (miocène inférieur).

» La rareté presque absolue de fossiles, l'absence de grandes lignes de strates, ont fait de cette région, malgré sa proximité d'Alger, une contrée desheritée et ingrate pour les géologues, successivement rebutés par des recherches infructueuses.

» L'étude stratigraphique que je viens de reprendre me faisant constater des superpositions anormales, m'a amené à reconnaître l'existence d'un grand pli anticlinal renversé et couché sur toute l'étendue du versant nord de ce massif, environ 30^{km} de longueur. Ce pli est déversé vers le nord-nord-ouest, de telle sorte que la charnière anticlinale se trouve à peu près au niveau de la plaine. L'ensemble des couches renversées forme une nappe de recouvrement, démantelée par les érosions, qui s'étend sur une largeur de 3^{km} à 4^{km}.

» Au niveau de Blida, les contreforts qui s'étendent entre cette ville et l'entrée des gorges de la Chiffa sont couronnés par un revêtement de schistes recouvrant le sénonien, sous lequel se montrent, dans tous les ravins, les marnes de l'étage cartennien. Au-dessous de ces marnes, on retrouve en plusieurs points le sénonien, en situation normale, ce qui permet de fixer l'allure du pli synclinal recouvert.

» A l'ouest de la Chiffa, sur les pentes inférieures du pic de Mouzaïa, le recouvrement est indiqué par la superposition au sénonien de lambeaux de schistes et quartzites de la Chiffa, formant plusieurs îlots jusqu'au niveau de la plaine.

» C'est dans la partie est, au-dessus de Souma, que la série renversée présente la succession nette et complète des divers étages crétacés, surmontant, en ordre inverse, les deux étages de l'éocène moyen, dont j'ai déterminé, dans des études antérieures, les relations stratigraphiques. Cet accident remarquable vient se compléter par la

---

([1]) J'ai eu la bonne fortune de rencontrer, dans les argiles et quartzites de cet étage, deux échantillons d'ammonites, aux environs du Fondouk, dans une course faite en mars 1892, en compagnie de deux collaborateurs de la Carte géologique de l'Algérie, MM. Blayac et Répelin.

présence de plissements secondaires également renversés, vers le nord, dans une zone plus élevée du même contrefort.

» L'absence de certains termes de la série crétacée (gault, cénomanien, danien), dans les environs de Blida, s'explique par l'ablation du danien et par la transgression du sénonien dont les exemples sont fréquents dans cette chaîne.

» En résumé, il existe, sur le flanc nord de l'Atlas de Blida, et sur toute l'étendue de la zone occupée par les schistes de la Chiffa, un plissement anticlinal, affectant toute la série sédimentaire, étiré et renversé vers le nord. Cet accident paraît vraisemblablement le résultat d'une poussée latérale du nord contre la masse résistante des schistes de la Chiffa, qui ont formé, selon toute apparence, une île dans la mer crétacée des périodes moyenne et supérieure. Ce plissement est nettement postérieur à la période cartennienne, et, très probablement, à l'étage helvétien, dont les couches se montrent disloquées, à l'extrémité de ce massif, sur les pentes du contrefort de la rive gauche de l'Harrach.

» L'existence de ce pli est d'autant plus imprévue que les terrains de tout ce versant forment des contreforts ondulés, qui s'abaissent à la plaine avec des pentes assez régulières, sans que rien à la surface vienne trahir un pareil effort de compression. D'après les études détaillées, faites dans les prolongements de cette chaîne, j'estime que ce refoulement est limité au massif de Blida.

» Aucun fait de cette importance n'a été jusqu'ici signalé en Algérie; il paraît probable que des accidents de cette étendue sont au moins très localisés. Dans la chaîne du Djurjura, j'ai constaté en plusieurs points un déversement des calcaires liasiques sur le jurassique plus récent (Azerou-Tidjer), mais avec des inclinaisons qui dépassent peu la verticale. J'ai pu cependant, dans une course récente, observer, dans la partie ouest, sur le versant nord du massif de l'Haïzeur, un exemple remarquable de torsion des couches liasiques, montrant les marno-calcaires du lias supérieur repliés sous les calcaires compacts du lias moyen; ces accidents sont une réduction des grands plissements alpins et ne présentent en rien le caractère du pli couché de l'Atlas.

» Nous sommes ici en présence d'un accident analogue à ceux qui ont été décrits d'une façon magistrale en Provence par M. Marcel Bertrand. Je suis heureux d'attester que c'est aux démonstrations si complètes qui ont été données de ces importants phénomènes par ce savant géologue, dans la réunion de la Société géologique en Provence, en 1891, que je dois d'avoir interprété facilement les renversements de la région de Blida.

» Je me propose d'approfondir, sous la direction du Service géologique de l'Algérie, la stratigraphie détaillée de ce massif, et je puis espérer, d'après ce que j'ai pu entrevoir, que d'autres observations non moins importantes viendront compléter ces premières données, et multiplier les analogies avec les zones de plissement des régions classiques. »

Dom **Lamey** adresse, de Cluny, une Note sur le mode de formation des mers lunaires.

M. **P. Navrotsky** adresse, de Saint-Pétersbourg, une Note « Sur un compas divisant l'angle en trois parties égales ».

M. **Ch. Contejean** annonce que la température est descendue à $-30^\circ{,}2$ à Montbéliard, dans la nuit du 16 au 17 janvier.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 janvier 1893.

Étude clinique de la cardio-sclérose (cardiopathies artérielles, artério-sclérose du cœur), par Henri Huchard, médecin de l'Hôpital Bichat. Paris, F. Alcan, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Charcot.)

Les maladies de la Vigne, par Pierre Viala, Docteur ès sciences, Professeur de Viticulture à l'Institut national agronomique. Paris, Masson, 1893; 1 vol. in-4°.

Recherches d'Anatomie normale et pathologique sur l'appareil dentaire de l'éléphant, par le Dr V. Galippe. (Extrait du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux.*) Paris, F. Alcan, 1891; 1 broch. in-8°.

Le Thimus serpyllum, dans la cure de l'aphte épizootique (Fièvre aphteuse,

mal blanc, cancre volant.) Relation au Ministère d'Agriculture en Italie du Prof. Chev. JEAN-PIERRE PIANA. Milan, 1892; broch. in-8°.

Analecta algologica. Observationes de speciebus algarum minus cognitis earumque dispositione, auctore J.-G. AGARDH. (Ex *Actis Soc. physiographicæ lundensis.* Tome XXVIII.) Lundæ, 1892, formis berlingianis; 1 vol. in-4°.

Il calore specifico dell' acqua. Memoria dei Proff. A. BARTOLI ed E. STRACCIATI; 1 vol. in-4°.

TOCCA SANA MORANDI. *Rimedio esterno simplice, immediato, gratuito contro il saglione nei bovini;* broch. in-18.

Atti della Accademia pontaniana, volume XXII. Napoli, 1892; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 26 décembre 1892.)

Note de M. *H. de la Fresnaye,* Méthode Doppler-Fizeau :

Tome CXV, page 1292, ligne 8, *au lieu de* 1° Que $V + a - v$ représente...., *lisez* 1° Que $t(V + a - v)$ représente....

Même page, ligne 9, *au lieu de* 2° Que $V + a' - v'$ représente...., *lisez* 2° Que $t'(V + a' - v')$ représente....

(Séance du 16 janvier 1893.)

Note de M. *M. Vèzes,* Sur un platonitrite acide de potassium :

Tome CXVI, page 101, ligne 9, *après les mots* la proportion trouvée pour l'hydrogène lui-même, *ajouter* (trouvé, 0,49; calculé, 0,42).

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 JANVIER 1893.

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur quelques objets en cuivre, de date très ancienne, provenant des fouilles de M. de Sarzec en Chaldée;* par M. **Berthelot**.

« Dans ses fouilles en Chaldée, M. de Sarzec a trouvé des objets de date extrêmement reculée et qui remontent aux origines de l'ancienne Chaldée. Parmi ces objets, il en est quelques-uns qui fournissent de nouveaux documents pour éclaircir la question de l'existence d'un âge de cuivre pur, ayant précédé l'âge du bronze dans l'humanité. On sait, en effet, que le bronze est relativement moderne, sa fabrication étant postérieure à l'existence du commerce de l'étain (1).

(1) Voir mon *Introduction à la Chimie des Anciens*, p. 225.

» M. Heuzey a eu l'obligeance de confier à mon examen une figurine votive, trouvée dans les fondations d'un édifice plus ancien que les constructions dont les briques portent le nom du roi Our-Nina, aïeul d'Ennéadou, le roi de la Stèle des Vautours : il s'agit d'une époque estimée antérieure au XLe siècle avant notre ère. Cette figurine est semblable à celles qui ont été publiées dans les *Découvertes en Chaldée*, par MM. de Sarzec et Heuzey, *Pl. I*.

» Le métal est recouvert d'une épaisse patine et profondément altéré, jusque dans le cœur de la figurine. On a fait l'analyse d'un fragment détaché, pesant quelques grammes. A cette fin, une portion a été dissoute dans l'acide azotique, et l'on a dosé ainsi le cuivre et le chlore : il n'y avait ni argent, ni bismuth, ni étain, ni antimoine, ni zinc, ni magnésie; mais seulement des traces de plomb, d'arsenic et de soufre, ainsi qu'un peu de chaux et des carbonates.

» Une autre portion a été chauffée d'abord au rouge, dans un courant d'azote, de façon à doser l'eau préexistante (recueillie sur de la ponce sulfurique et pesée). Il s'est sublimé du chlorure cuivreux. Cela fait, on a pesé le résidu; puis on l'a chauffé de nouveau dans un courant d'hydrogène, de façon à enlever l'oxygène combiné, et à peser l'eau produite, ainsi que le poids du résidu métallique.

» Voici les résultats obtenus, sur 100 parties :

Cuivre	77,7
Eau	3,9
Oxygène	6,1
Soufre	Traces
Chlore	1,1
Plomb	Traces
Arsenic	Traces
Étain, antimoine	0
Zinc, fer, argent	0
Magnésie	0
Silice	3,9
	92,7
Carbonate de chaux, alumine, etc., matières diverses.	7,3

» Le métal originaire ne renfermait donc pas d'étain, et il peut être regardé comme constitué par du cuivre industriellement pur. La figurine, immergée pendant des siècles dans des eaux saumâtres, a formé un oxychlorure de cuivre, qui apparaît par places, mêlé de carbonate, à l'état

d'efflorescences verdâtres. Le chlore répondrait à 2 centièmes de cuivre environ, supposé à l'état de chlorure cuivreux, et il reste des doses relatives de cuivre et d'oxygène, répondant à un sous-oxyde : Cu^3O, ou, si l'on aime mieux, à un mélange de cuivre et d'oxyde cuivreux : $Cu + Cu^2O$. Ce sous-oxyde offre un aspect cristallin.

» Ce degré d'oxydation représente le produit de l'altération lente du métal, au bout de six mille ans.

» Cette analyse tend à établir que, à cette époque lointaine, on fabriquait les objets d'art en cuivre rouge, l'étain et, par conséquent, le bronze étant encore inconnus. Elle vient à l'appui de celle de la statuette du roi chaldéen Goudéah, que j'ai publiée il y a quelques années; statuette dont l'époque est postérieure d'ailleurs de plusieurs dynasties à celle de la figurine étudiée dans la présente Notice et elle est conforme à l'analyse du sceptre du roi égyptien, Pépi I, de la VI[e] dynastie, spectre dans lequel je n'ai trouvé également que du cuivre, sans étain ([1]). Le bronze et l'étain n'étaient alors fabriqués ni en Chaldée, ni en Égypte, c'est-à-dire dans aucun des foyers des plus vieilles civilisations. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les variations diurnes de la gravité;* par M. MASCART.

« J'ai employé autrefois ([2]), sous le nom de baromètre à gravité, un instrument qui permet de déterminer en voyage les variations de la pesanteur entre différentes stations. Cet appareil a l'inconvénient d'être trop fragile, mais la même disposition présente de grands avantages pour rechercher s'il existe en un même lieu des variations temporaires.

» Depuis plusieurs années, j'ai installé un tube barométrique renfermant une colonne de $4^m,50$ de mercure qui fait équilibre à la pression d'une masse d'hydrogène contenue dans un réservoir latéral. L'appareil tout entier est enterré dans le sol, à l'exception d'une courte colonne de mercure à la partie supérieure. Enfin le niveau du liquide est comparé à une division latérale dont l'image se reproduit dans l'axe du tube, et les pointés peuvent être faits à $\frac{1}{100}$ de millimètre.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* 6[e] série, t. XVII, p. 508.
([2]) *Comptes rendus,* t. XCV, p. 126 et 631; 1882.

» Les observations directes, à différentes heures de la journée, n'ont montré qu'une marche continue, dont la plus grande part était due aux changements inévitables de température; on ne peut obtenir de résultats certains que par un enregistrement photographique.

» Dans les épreuves que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, les différences de niveau sont multipliées par 20; elles correspondent aux variations que l'on observerait directement sur une colonne de 90^m de longueur.

» Les courbes présentent habituellement une marche assez régulière et très lente qui tient surtout aux changements de température; mais, depuis quelques jours, on y voit des accidents brusques, dont la durée varie de quinze minutes à une heure, et qui ne semblent pas explicables autrement que par des variations corrélatives de la gravité. Ces accidents peuvent atteindre et même dépasser $\frac{1}{20}$ de millimètre, ce qui correspondrait à une altération de $\frac{1}{90000}$ ou 1^s par jour, en supposant qu'elles persistent pendant toute la journée.

» Pour avoir un terme de comparaison, il suffit de remarquer que, si la différence de niveau des hautes et basses mers est de 10^m, la couche liquide produirait sur la valeur locale de la gravité une variation de $\frac{1}{500000}$, c'est-à-dire cinq fois moindre que la précédente.

» Les variations temporaires de la gravité ne paraissent donc pas douteuses et méritent de fixer l'attention; je me propose d'organiser à l'observatoire du Parc Saint-Maur un appareil construit avec plus de soin, à l'abri de toute trépidation accidentelle du sol et dont les indications seront suivies d'une manière continue.

» Les observations de cette nature présenteraient sans doute un intérêt particulier dans les régions volcaniques, si les changements sont dus au déplacement de masses intérieures. »

ASTRONOMIE. — *Sur la statistique solaire de l'année* 1892. Note de M. **Rod. Wolf**.

« Des observations solaires faites à l'observatoire fédéral de Zurich et des observations magnétiques faites à l'observatoire de Milan, je viens de déduire pour l'année dernière, en employant la méthode établie par moi il y a un bon nombre d'années, les valeurs suivantes pour les moyennes mensuelles

des nombres relatifs (r), les variations en déclinaison (v), et les accroissements (Δr et Δv) que ces quantités ont reçus depuis les époques correspondantes de l'année 1891 :

1892.	Zurich. r.	Δr.	Milan. v.	Δv.
Janvier	72,4	55,3	4',33	0',62
Février	72,4	49,0	6,27	1,76
Mars	52,5	42,5	10,31	2,46
Avril	69,6	50,2	11,89	1,31
Mai	79,2	36,0	11,47	0,77
Juin	76,6	27,9	11,66	1,30
Juillet	77,9	18,8	11,76	0,78
Août	102,6	70,0	11,55	1,59
Septembre	62,2	10,3	9,06	1,41
Octobre	74,8	24,4	9,10	0,61
Novembre	67,1	26,1	5,56	0,78
Décembre	77,8	47,2	3,07	0,22
Moyenne	73,8	38,2	8,91	1,13

» Il résulte de ce Tableau que les nombres relatifs et les variations magnétiques ont tous les deux continué à augmenter considérablement, et que le parallélisme entre ces deux séries, si différentes en apparence, persiste d'une manière assez remarquable. On ne trouvera guère exagérée cette assertion si l'on voit, par exemple, que la formule

$$v = 5',62 + 0,045\, r,$$

que j'ai déduite autrefois pour Milan, donne pour l'année dernière

$$v = 5',62 + 0,045 \times 73,8 = 8',94,$$

c'est-à-dire une valeur qui ne diffère que de $\frac{3}{100}$ du résultat de l'observation [1]. »

---

(1) J'ai le regret d'avoir à ajouter que M. Schmoll, membre distingué de la Société astronomique de France, vient de me déclarer que l'état de ses yeux ne lui permet pas de continuer les observations solaires exécutées par lui, d'après ma méthode, depuis l'année 1888. Je perds avec lui un collaborateur excellent, et même le seul que j'aie possédé en France.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les propriétés pathogènes des matières solubles fabriquées par le microbe de la péripneumonie contagieuse des bovidés et leur valeur dans le diagnostic des formes chroniques de cette maladie.* Note de M. S. Arloing.

« En 1888, nous avons appelé l'attention sur les effets phlogogènes de l'humeur infiltrée dans les lésions pulmonaires de la péripneumonie bovine, et des bouillons où a végété le *Pneumobacillus liquefaciens bovis* (voir *Comptes rendus,* séance du 7 mai). Nous avons aussi démontré que la plus grande partie des matières qui jouissent de ces effets est précipitée par l'alcool (voir *Comptes rendus,* séance du 18 juin).

» A cette époque, nous avions borné nos études à l'action inflammatoire locale, exercée par ces produits amorphes et solubles. Nous les avons étendues à leurs effets généraux, et, dans cette voie, nous croyons avoir obtenu des résultats dignes d'être mentionnés.

» I. Injectés dans les veines, le suc des lésions pulmonaires et les cultures complètes en milieux liquides du *Pneumobacillus liquefaciens* peuvent amener la mort chez le bœuf et la chèvre, à des doses relativement minimes et dans l'espace de cinq à seize heures. Ainsi, les cultures se sont montrées toxiques, pour le bœuf, à raison de $0^{gr},064$ et la sérosité des lésions, à raison de $0^{gr},028$ par kilogramme de poids vif.

» Dans ces exemples, les microbes étant injectés en même temps que les produits solubles, on pourrait supposer que l'effet nocif appartient aux premiers. Bien que la rapidité avec laquelle arrive le dénouement fatal soit bien faite pour écarter semblable hypothèse, nous ajouterons que nous avons réalisé l'intoxication avec les produits solubles, séparés des microbes par la dialyse et ramenés à leur volume primitif par évaporation. La toxicité serait considérablement amoindrie si la séparation des microbes était réalisée à l'aide d'un filtre minéral, système Chamberland.

» Les effets morbides s'établissent dès que les premières gouttes sont introduites dans le sang. Les battements du cœur deviennent violents et précipités, les mouvements respiratoires petits, accélérés et saccadés; une toux faible et avortée se fait entendre à trois ou quatre reprises; les naseaux se dilatent; la paupière supérieure se relève; le globe oculaire s'abaisse convulsivement; de légers frissons parcourent les masses muscu-

laires; le sujet, couché sur un lit de paille, paraît incapable de se relever; bref, le tableau est très alarmant et l'on craint la mort d'une minute à l'autre. De fait, elle survient quelquefois soudainement; mais, le plus souvent, ces graves accidents primitifs se calment au bout de dix à quinze minutes. Les sujets se relèvent, en proie à une grande prostration; leur démarche est titubante; leur respiration, petite et précipitée (60 à 85 mouvements par minute); le pouls veineux, sensible aux jugulaires. Plus tard, ces symptômes se compliquent d'un flux hypersécrétoire légèrement hémorragique du côté de l'intestin, des reins et des voies respiratoires. La température moyenne s'abaisse à 1°, 1°,5, 2° au-dessous de la normale et dénonce une fin prochaine.

» A l'autopsie, on trouve des lésions congestives déterminées dans l'épaisseur de l'épiploon, sur l'intestin, les plèvres et les poumons, associées à un état plus ou moins œdémateux des espaces interlobulaires de ces derniers organes.

» Nous avons reconnu des substances analogues à celles dont nous venons d'étudier l'action, dans le sang défibriné et dans le sérum sanguin d'une vache atteinte de lésions pulmonaires aiguës considérables. Leurs effets étaient simplement plus atténués.

» La méthode graphique nous a permis de faire un examen approfondi des troubles fonctionnels causés par des doses non toxiques. Nous avons noté, à la suite de l'injection des premières doses, des effets très marqués sur le cœur et la respiration. Nous n'insisterons pas, dans cette Note, parce que ces effets ne sont pas absolument caractéristiques. Disons toutefois que, d'une manière générale, le cœur finit par s'affaiblir et battre plus rapidement, que la tension artérielle s'abaisse et subit des oscillations irrégulièrement rythmiques, que la respiration manifeste une tendance à s'attarder en expiration et que l'excitabilité des nerfs vagues ne disparaît à aucun moment de l'expérience.

» A propos de tout ce qui précède, nous désirons faire remarquer l'identité des troubles déterminés par la sérosité des lésions pulmonaires et par le bouillon de culture du *Pneumobacillus liquefaciens* : cette identité est une preuve d'un nouveau genre en faveur du rôle attribué par nous à ce microbe dans l'étiologie de la péripneumonie contagieuse et démontre que nous pouvons chercher dans les cultures les qualités appartenant à la sérosité pulmonaire et réciproquement.

» II. Nous avons examiné ensuite les effets généraux consécutifs à l'introduction des produits solubles dans le tissu sous-cutané. Il ne peut être

question ici d'accidents mortels, à moins que l'on n'opère sur de petites espèces animales. Ainsi nous avons vu des cobayes mourir empoisonnés par des injections de $0^{cc}, 5$, répétées quatre fois à vingt-quatre heures d'intervalle. Sur le bœuf et la chèvre, les accidents sont éphémères. Ce sont : une légère hyperthermie, un peu de tristesse, une diminution de l'appétit, de petits frissons et une légère diarrhée, le tout s'écoulant en quelques heures.

» III. Pour déterminer ces troubles avec plus de facilité sur des animaux de grande taille, nous résolûmes d'obtenir les substances actives sous un faible volume.

» Avec les lésions pulmonaires, ainsi qu'avec les cultures du Pneumobacille liquéfiant faites dans d'excellentes conditions, nous avons préparé, plus ou moins à l'instar de Koch et de Kalning, un liquide très concentré que nous appelons *Pneumobacilline*, par analogie avec la tuberculine et la malléine.

» Injecté dans le tissu conjonctif du bœuf, de la chèvre et du cobaye, ce liquide manifeste des propriétés phlogogènes, hyperthermogènes et congestives, semblables, quoique plus accusées, à celles de la sérosité pulmonaire exactement filtrée ou du bouillon naturel des cultures.

» IV. Puisque tels sont les effets généraux de la *pneumobacilline*, il était naturel de se demander si, à dose convenable, elle ne produirait pas, à la façon de la tuberculine et de la malléine, des réactions beaucoup plus saillantes sur les animaux porteurs de lésions péripneumoniques anciennes et circonscrites que sur les sujets sains, et, conséquemment, si elle ne pourrait pas servir à faciliter le diagnostic de la péripneumonie chronique sous ses formes diverses.

» Grâce à l'assistance de l'Administration de l'agriculture, à l'obligeance de MM. les chefs du Service sanitaire vétérinaire de la Seine et du Service de l'inspection des viandes de Paris et au concours dévoué de M. Robcis et de M. Bourrier, vétérinaires, à Paris, nous avons entrepris des expériences qui permettent déjà d'affirmer que les animaux de l'espèce bovine affectés de péripneumonie chronique sont plus sensibles que les sujets sains aux effets de la pneumobacilline. Une seule injection de cette préparation s'est montrée capable de congestionner et de réveiller d'anciennes synovites se rattachant à la péripneumonie et n'éveillant pas ou à peine, à l'état où elles se trouvaient auparavant, l'attention de l'observateur.

» Aujourd'hui, il importe de recueillir un nombre d'observations suffi-

sant pour régler le mode d'emploi de la pneumobacilline dans les cas divers où il y aurait lieu de recourir à ses qualités révélatrices. Nous pensons apporter prochainement à l'Académie des indications pratiques sur cette importante question. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Mécanique, en remplacement de feu M. *A. de Caligny*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Vallier	obtient	37 suffrages.
M. de Sparre	»	3 »
M. Aimé Witz	»	3 »

Il y a deux bulletins blancs.

M. **Vallier**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **L. Bailly** adresse, de Bône (Algérie), un Mémoire intitulé : « Exposé d'une théorie sur l'état thermique des corps célestes ».

(Commissaires : MM. Lœwy, Tisserand, Janssen.)

M. **R. Arnoux** adresse une Note « Sur la mesure directe et automatique de la puissance des moteurs industriels ».

(Commissaires : MM. Resal, Léauté.)

M. **Pietrini** adresse une Note « Sur le ballon et la navigation aérienne ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *Arthur Issel*, en langue italienne, intitulé *Liguria geologica e preistorica* et formé de deux Volumes in-8 et d'un atlas (Gênes, 1892). (Présenté par M. Daubrée.)

« Le premier Volume, consacré à la Géologie, expose en détail les changements de niveau des terres émergées par rapport à celui de la mer, survenus depuis la fin de l'ère tertiaire, entre autres l'affaissement du golfe de Gênes. Le Chapitre consacré à l'éocène est aussi très développé, notamment en ce qui concerne l'âge et l'origine des roches ophiolitiques. Dans les Chapitres relatifs aux terrains triasique, permien et carbonifère, se trouvent des faits nouveaux.

» Dans le second Volume, consacré au préhistorique, l'auteur distingue trois phases : l'éolithique, le miolithique, dont le meilleur type se trouve dans les grottes de Menton, et le néolithique, représenté en Ligurie par de nombreuses stations à ciel ouvert et plusieurs cavernes à ossements.

» Un atlas, habilement exécuté, complète les descriptions par deux Cartes et 30 Planches, où l'on voit, entre autres, les figures des armes et ustensiles préhistoriques et les figures des grottes où des fouilles ont été pratiquées. »

M. **B. Backer** adresse ses remerciements à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux.

ASTRONOMIE. — *Les raies H et K dans le spectre des facules solaires.* Note de M. **George E. Hale**.

« Chicago, 3 janvier 1893.

» Dans une Note récemment présentée à l'Académie (*Comptes rendus*, 25 juillet 1892) M. Deslandres a communiqué les résultats de ses recherches photographiques sur les raies H et K dans le spectre des facules solaires ([1]).

([1]) M. Deslandres a plusieurs fois déclaré qu'il a été le premier à signaler les renversements triples des raies H et K dans le spectre des facules solaires. Ces renversements étaient photographiés par moi à l'observatoire de Kennwood, en mai 1891.

Dans une lettre à M. le D[r] Huggins, publiée dans les *Royal Society Proceedings* (vol. LI, p. 491), il dit :

» Lorsque l'on dirige sur la fente d'un spectroscope de grande dispersion l'image d'une facule du Soleil, on a invariablement avec les raies H et K du calcium un renversement triple. Même lorsque les facules sont larges et intenses, on obtient encore le renversement triple avec des raies brillantes centrales, plus faibles, il est vrai, si l'on envoie dans le spectroscope la lumière de tous les points du Soleil, comme c'est le cas pour les étoiles, par exemple, en dirigeant le collimateur vers le Soleil sans l'intermédiaire d'aucun objectif, ou encore en le dirigeant vers un point quelconque du ciel. Si les facules sont au centre, la raie centrale est à sa place normale; si elles sont à l'est ou à l'ouest, la raie centrale est déplacée légèrement (2^{km} au plus), mais déplacée sûrement. Au point de vue pratique, cette propriété fournit un moyen de reconnaître l'état général de la surface solaire lorsque le Soleil est caché par les nuages.

» Dans sa Communication à l'Académie, M. Deslandres ajoute qu'une application de cette méthode aux spectres des étoiles pourrait donner le moyen de déterminer leur temps de rotation axiale. Il est, certes, très désirable de savoir déterminer le temps de rotation axiale des étoiles; pour bien savoir ce que peut donner la méthode, il faudra donc l'examiner à ce point de vue spécial.

» Deux choses distinctes sont nécessaires, pour appliquer cette méthode aux recherches stellaires :

» 1° Il faut que les facules stellaires soient assez brillantes pour que quelques-unes de leurs raies renversées soient visibles sur le spectre de la lumière générale de l'étoile;

» 2° Il faut que les facules soient groupées ensemble sur le disque stellaire. Si les facules sont distribuées sur les régions diverses du disque, il est évident que chaque groupe de facules aura sa raie brillante, avec un déplacement dans le spectre en dehors de sa position normale, lequel déplacement dépendra de la position du groupe de facules par rapport au centre du disque. Si les vitesses de rotation axiale sont d'un même ordre de grandeur pour le Soleil et les étoiles, ces raies diverses se confondront, avec nos instruments actuels, dans une seule raie un peu élargie.

» Jusqu'à présent nous ne connaissons ni l'éclat des facules, ni la manière dont elles sont distribuées sur les disques des étoiles éloignées. Le Soleil est la seule étoile dont nous soyons à même d'étudier l'atmosphère. Sur la surface de cet astre, les facules et les protubérances sont dispersées très irrégulièrement sur le disque; pourquoi ne le seraient-elles pas aussi sur les étoiles? Si un rapprochement de deux astres produit des pro-

tubérances énormes, alors les mesures des positions dans le spectre des raies renversées dues à ces protubérances ne donneront pas le temps de rotation axiale, parce que les protubérances ne finissent pas leur rotation dans le même temps que les étoiles.

» De plus, le rayonnement des facules est très faible, par rapport à la lumière éclatante du disque solaire. Pour cette cause, il est évident que les renversements des raies H et K dans le spectre de la lumière générale du Soleil doivent être peu visibles, même dans les cas les plus favorables. Comme nous trouvons presque toujours des groupes de facules au méridien central et aussi dans les hémisphères de l'est et de l'ouest du Soleil, il ne me semble pas probable que les mesures de position, prises sur les renversements élargis et, conséquemment, très faibles, dans le spectre de la lumière générale du Soleil, puissent mener à des résultats de grande importance.

» Grâce au pouvoir que possède le spectrohéliographe de l'observatoire de Kenwood, en enregistrant les positions et les formes des facules sur le disque solaire (¹), il sera très simple de soumettre à une épreuve pratique la méthode de M. Deslandres. Il serait à désirer que M. Deslandres communiquât à l'Académie les positions en longitude héliocentrique de facules déterminées, de plusieurs dates différentes, par des mesures faites sur les raies H et K dans le spectre de la lumière générale du Soleil, en y ajoutant quelques-unes des photographies employées pour ses mesures. Lorsque ces indications me seront connues, je soumettrai avec plaisir à l'Académie les copies directes des clichés pris avec le spectrohéliographe de l'observatoire de Kenwood, et montrant le disque solaire avec les positions et les formes exactes de toutes les facules aux dates en question, autant que le temps le permettra. Une comparaison entre les résultats de M. Deslandres et les positions des facules sur ces clichés fera connaître toute la valeur de la méthode (²). »

(¹) Voir *Comptes rendus*, 11 juillet 1892.

(²) Je crois que des mesures faites au moins à vingt jours différents seraient nécessaires. Notre série de photographies est malheureusement loin d'être complète, à cause du mauvais temps. Une Table, dans laquelle on a donné une liste des cent quarante-deux jours, entre le 25 janvier et le 3 décembre 1892, auxquels nous avons obtenu environ 1300 clichés du disque solaire avec le spectrohéliographe, est jointe à une autre Note que je présente aujourd'hui à l'Académie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles d'ordre supérieur dont l'intégrale n'admet qu'un nombre donné de déterminations.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Je me propose, dans cette Note, de résoudre le problème suivant :

» *Étant donnée une équation du second ordre*

$$F[y'', y', y, (x)] = 0, \tag{1}$$

algébrique en y'', y', y, reconnaître si l'intégrale générale $y(x)$ de cette équation ne prend qu'un nombre donné n de valeurs autour des points critiques mobiles (en admettant essentiellement que cette intégrale dépende *algébriquement* des constantes y_0, y'_0).

» Au lieu de l'équation (1), on peut aussi bien considérer le système

$$\frac{dy}{dx} = \varphi[y, z, t, (x)], \qquad \frac{dz}{dx} = \psi[y, z, t, (x)], \tag{2}$$

où φ et ψ désignent des fonctions rationnelles des variables y, z, t liées par la relation algébrique

$$\chi[y, z, t, (x)] = 0.$$

» Pour plus de clarté, traitons d'abord la question dans le cas particulier où φ et ψ sont rationnels en y, z et où $n = 1$. Nous supposons qu'on ait fait subir aux variables y, z la transformation homographique la plus générale de façon à supprimer toute difficulté relative aux points à l'infini. Il nous faut reconnaître si l'intégrale du système

$$\frac{dy}{dx} = \frac{Q[y, z, (x)]}{P[y, z, (x)]}, \qquad \frac{dz}{dx} = \frac{R[y, z, (x)]}{P[y, z, (x)]} \tag{3}$$

a ses points critiques fixes. La même question, pour les équations du premier ordre $y' = \varphi[y, (x)]$, se résout facilement : y doit être une fonction uniforme de y_0 et réciproquement; on en conclut que y et y_0 sont liées linéairement et que l'équation est une équation de Riccati. Dans le cas actuel, les résultats sont bien différents; on a à la fois

$$\begin{cases} y = S[y_0, z_0, (x_0), (x)], \\ z = T[y_0, z_0, (x_0), (x)], \end{cases} \tag{4}$$

$$\begin{cases} y_0 = S_0[y, z, (x), (x_0)], \\ z_0 = T_0[y, z, (x), (x_0)], \end{cases} \tag{5}$$

mais les équations (4) et (5) peuvent définir *une transformation de Cremona quelconque* du plan y, z dans le plan y_0, z_0.

» Toutefois, on arrive à *limiter* le degré q auquel y_0, z_0 figurent dans S et T de la manière suivante : les deux courbes $S = y$, $T = z$ du plan (y_0, z_0) se coupent en q^2 points Y_0, Z_0. Si l'on excepte le point $y_0 = S_0$, $z_0 = T_0$, ces points Y_0, Z_0 doivent faire partie des points d'intersection des deux courbes $P_0 \equiv P[y, z, (x_0)] = 0$, $Q_0 \equiv Q[y, z, (x_0)] = 0$, $R_0 \equiv R[y, z, (x_0)] = 0$. Il suit de là que, x_0 étant choisi arbitrairement, il doit exister au moins un point Y_0, Z_0 commun aux courbes $P_0 = 0$, $Q_0 = 0$, $R_0 = 0$, tel qu'une infinité d'intégrales $y(x)$, $z(x)$, dépendant d'un paramètre, prennent en x_0 les valeurs Y_0, Z_0; en étudiant dans le voisinage de chaque système y_0, Y_0, Z_0 ces intégrales qui sont régulières, on détermine le nombre des points d'intersection de $S = y$, $T = z$, confondus en Y_0, Z_0 : *d'où une limite supérieure* q_1 *de* q.

» La même méthode s'applique au problème général, à condition de comprendre parmi les points remarquables Y_0, Z_0 ceux qui correspondent aux valeurs égales de la fonction algébrique y'' définie par (1); ces points se mettent aisément en évidence. On parvient ainsi à ce théorème : *Si l'intégrale de* (1) *répond aux conditions énoncées, elle vérifie une équation de la forme*

$$y^n + R_{n-1}[y_0, y'_0, (x_0), (x)]y^{n-1} + \ldots + R_0[y_0, y'_0, (x_0), (x)] = 0,$$

où les R_i *sont des fractions rationnelles de* y_0, y'_0 de degré connu q. Il résulte de là qu'*on sait reconnaître* algébriquement *si l'intégrale générale de* (1) [*ou de* (2)] *ne prend qu'un nombre donné* n *de valeurs autour des points critiques mobiles.*

» Mais quelles opérations exigent alors la détermination de cette intégrale? Pour le voir, on suit une marche analogue à celle que j'ai indiquée pour le cas du premier ordre; on commence par ramener l'équation (1) à une équation dont les points critiques sont fixes en substituant à y une fonction rationnelle de y'', y', y, soit $r[y'', y', y, (x)]$: cette transformation s'effectue *algébriquement, une fois q limité*. Appelons S la surface algébrique définie par la nouvelle équation

$$(1)' \qquad f[r'', r', r, (x)]$$

entre r'', r', r, quand x est constant.

» Dans ses mémorables travaux sur les surfaces algébriques, M. Picard a étudié le cas où le *genre* ϖ de S est plus grand que 1, et le cas où, ϖ étant moindre que 2, la surface possède des différentielles totales de première espèce. Combinés avec ceux de M. Picard, les résultats que j'ai exposés au début de cette Note permettent d'épuiser complètement la question.

» Voici les cas qui peuvent se présenter :

» 1° La surface S n'admet qu'un nombre fini de transformations birationnelles en elle-même. *L'équation s'intègre algébriquement.*

» 2° S admet un faisceau continu de telles transformations, mais ϖ est plus grand que 1. *L'équation s'intègre par une quadrature.*

» 3° Les coordonnées de S sont des fonctions uniformes à quatre périodes de deux paramètres ($\varpi = 1$). Ce cas a été traité en détail par M. Picard. *L'équation s'intègre par quadratures.*

» 4° Les coordonnées de S s'expriment rationnellement (d'une manière univoque) en fonction de λ, $\sqrt{R(\lambda)}$, μ, $\sqrt{R'(\mu)}$, R et R' désignant deux polynômes du quatrième degré en λ et μ ($\varpi = 1$). *L'équation s'intègre à l'aide de deux quadratures.*

» 5° Les coordonnées de S s'expriment en fonction univoque de λ, $\sqrt{R(\lambda)}$ et μ ($\varpi = 0$). *L'équation se ramène par une quadrature à une équation de Riccati.*

» 6° La surface est uniformément unicursale. Ce cas est le plus défavorable. On montre qu'une transformation algébrique ramène l'équation (1)' à une équation dont l'intégrale générale $u(x)$ est de la forme

$$u = \frac{A\,\varphi(x) + B\,\varphi_1(x) + \varphi_2(x)}{A\,\psi(x) + B\,\psi_1(x) + \psi_2(x)},$$

autrement dit *à une équation linéaire et homogène du troisième ordre.*

» En définitive, *on sait reconnaître si l'intégrale de* (1) *ne prend qu'un nombre connu n de valeurs autour des points critiques mobiles (et dépend algébriquement des constantes) : l'équation s'intègre alors algébriquement, ou par quadratures, ou se ramène aux équations linéaires du troisième ordre.* Si notamment x ne figure pas dans (1), l'équation s'intègre algébriquement ou par des quadratures dont l'inversion donne naissance à des fonctions périodiques.

» *Ce théorème s'étend à une équation différentielle d'ordre quelconque.*

» Quand n n'est pas donné, la correspondance rationnelle qui existe entre (1) et (1)' permet de trouver algébriquement ou par quadrature *au moins une* intégrale première de (1), sauf dans le cas où S est uniformément unicursale. Mais dans ce cas, comme pour le premier ordre, la considération des intégrales particulières *multiples* que contient l'intégrale générale permet de pousser plus loin l'étude de la question. Certaines propriétés des intégrales premières auxquelles on est ainsi conduit s'appliquent même aux équations dont l'intégrale renfermerait les constantes d'une façon *transcendante.* Je reviendrai prochainement sur ces équations

qui seules peuvent définir des transcendantes uniformes ou à n valeurs distinctes de celles qu'introduisent les équations linéaires et les quadratures. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires ordinaires*. Note de M. **Jules Cels**, présentée par M. Darboux.

« Dans plusieurs Notes ([1]) que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, j'ai indiqué comment, en se fondant sur l'emploi de l'adjointe de Lagrange et de l'adjointe de la première ligne d'une équation, on pouvait établir une méthode de correspondance doublement infinie pour l'étude d'une équation différentielle linéaire ordinaire; en l'appliquant ensuite à des exemples simples, j'ai montré le parti qu'il était possible d'en tirer sans l'approfondir davantage.

» Mais, pour que cette méthode puisse servir à généraliser les procédés d'intégration connus, lorsque cette généralisation est possible, il faut savoir mettre en relief les changements apportés dans les éléments auxquels tient cette intégration. Dans cet ordre d'idées, un problème fondamental est celui de la détermination des éléments de l'équation qui ne varient pas lorsqu'on passe d'une équation à son adjointe.

» J'ai abordé cette question, et voici les résultats auxquels je suis parvenu :

» *Une équation différentielle linéaire ordinaire étant mise sous la forme*

$$(1) \qquad a_0 \frac{d^n z}{dx^n} + a_1 \frac{d^{n-1} z}{dx^{n-1}} + \ldots + a_{n-1} \frac{dz}{dx} + a_n z = 0,$$

$a_0, a_1, \ldots, a_n$ *étant des fonctions quelconques de la variable indépendante* x, *quand on passe de cette équation à son adjointe de Lagrange, les expressions*

$$n \frac{da_0}{dx} - 2a_1,$$

$$\frac{n(n-1)}{1.2} \frac{d^2 a_0}{dx^2} - (n-1) \frac{da_1}{dx},$$

$$\frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3} \frac{d^3 a_0}{dx^3} - \frac{(n-1)(n-2)}{1.2} \frac{d^2 a_1}{dx^2} + (n-2) \frac{da_2}{dx} - 2a_3$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

changent de signe sans changer de valeur.

([1]) Voir *Comptes rendus*, 15 juillet et 8 décembre 1890. — Voir aussi un Mémoire paru dans les *Annales de l'École Normale supérieure*; 1891.

» Ce sont les invariants relatifs à cette transformation de l'équation.

» Les expressions précédentes, égalées à zéro, donnent les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'une équation soit équivalente à son adjointe de Lagrange; la démonstration du résultat précédent s'en déduit : si une équation E est équivalente à son adjointe E_1, réciproquement, l'équation E_1 est aussi équivalente à son adjointe; les équations qui écrivent cette équivalence ne doivent donc pas changer, à un facteur près, quand on passe d'une équation à son adjointe. Ce facteur est -1, comme on le vérifie immédiatement.

» Si l'on met l'équation (1) sous la forme

$$\frac{d^n z}{dx^n} + \frac{n(n-1)}{1.2} p_2 \frac{d^{n-2} z}{dx^{n-2}} + \frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3} p_3 \frac{d^{n-3} z}{dx^{n-3}} + \ldots + n p_{n-1} \frac{dz}{dx} + p_n z = 0,$$

$p_2, p_3, \ldots, p_n$ étant des fonctions quelconques de x, parmi les invariants dont je viens de parler, on trouve

$$3p'_2 - 2p_3,$$

qui, sous le nom d'invariant v, joue un rôle capital dans le célèbre Mémoire de M. Halphen, sur la réduction de ces équations aux formes intégrables [1].

» J'abandonne, pour un instant, le sujet principal pour indiquer un résultat tiré de cette considération :

» *Quand une équation du troisième ordre est équivalente à son adjointe de Lagrange, on peut la ramener facilement à une équation du deuxième ordre* [2].

» Soit

$$a_0 \frac{d^3 z}{dx^3} + a_1 \frac{d^2 z}{dx^2} + a_2 \frac{dz}{dx} + a_3 z = 0$$

l'équation, x étant la variable indépendante; je prends une nouvelle variable X liée à l'ancienne par

$$\frac{dX}{dx} = \frac{1}{\sqrt{a_0}}.$$

---

(1) HALPHEN, *Mémoires de l'Institut* (*Savants étrangers*), t. XXVIII.

(2) Au sujet de ces équations, voir DARBOUX, *Leçons sur la théorie des surfaces*, t. II.

J'obtiens l'équation suivante, équivalente encore à son adjointe de Lagrange,

$$\frac{d^3 z}{dX^3} + \left(a_2 - \frac{1}{2}\frac{d^2 a_0}{dx^2}\right)\frac{dz}{dX} + a_3\sqrt{a_0}\,z = 0;$$

en posant

$$z = y^2,$$

je suis conduit à l'équation

$$\frac{d^2 y}{dX^2} - \left(\frac{1}{8}\frac{d^2 a_0}{dx^2} - \frac{a_2}{a_4}\right)y = 0.$$

» Revenant aux considérations du début, j'indique les invariants relatifs à l'adjointe de la première ligne.

» *Une équation étant mise sous la forme*

$$(4) \qquad a_0\frac{d^n z}{dx^n} + a_1\frac{d^{n-1} z}{dx^{n-1}} + \ldots + a_{n-1}\frac{dz}{dx} + z = 0,$$

les expressions

$$(n-1)\frac{da_0}{dx} - 2a_1,$$

$$\frac{(n-1)(n-2)}{1.2}\frac{d^2 a_0}{dx^2} - (n-2)\frac{da_1}{dx},$$

$$\frac{(n-1)(n-2)(n-3)}{1.2.3}\frac{d^3 a_0}{dx^3} - \frac{(n-2)(n-3)}{1.2}\frac{d^2 a_1}{dx^2} + (n-3)\frac{da_2}{dx} - 2a_3,$$

....

ne changent pas quand on passe d'une équation d'ordre pair à son adjointe de la première ligne, et changent seulement de signe quand l'équation est d'ordre impair.

» Ces expressions, égalées à zéro, indiquent, dans le cas de l'ordre pair, les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'une équation soit équivalente à son adjointe de la première ligne (1).

» Je n'ai pas formé les invariants relatifs aux autres adjointes. Avant d'en arriver là, je voudrais chercher à élucider complètement la méthode de correspondance résultant de l'emploi de l'adjointe de la première ligne et de l'adjointe de Lagrange, afin d'être guidé dans l'étude beaucoup plus difficile d'une méthode de correspondance, dans laquelle interviendraient toutes les adjointes de l'équation. »

---

(1) Au sujet de ces équations, voir Cels, *Comptes rendus*, 12 décembre 1892.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes d'équations différentielles linéaires du premier ordre.* Note de M. **Helge von Koch**, présentée par M. Poincaré.

« Dans un Mémoire publié dans les *Acta mathematica* (t. XV et XVI), j'ai étudié quelques problèmes relatifs à l'équation linéaire

$$(1)\qquad \frac{d^n y}{dx^n} + P_1 \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + P_2 \frac{d^{n-2} y}{dx^{n-2}} + \ldots + P_n y = 0$$

(les P désignant des fonctions analytiques quelconques). Dans cette étude, qui avait pour point de départ un théorème de M. Poincaré sur la convergence de déterminants infinis, je supposais $P_1 = 0$ car, dans le cas contraire, le théorème de M. Poincaré n'aurait pas été applicable. Mais cette restriction ne nuit pas à la généralité du problème puisqu'on peut toujours, dès que $n \geqq 2$, ramener l'équation considérée à ce cas par une transformation simple et bien connue.

» Il n'en est pas de même quand on généralise la question en se proposant d'étudier un système d'équations simultanées du premier ordre

$$(2)\qquad \frac{dy_i}{dx} = P_{i1} y_1 + \ldots + P_{in} y_n \qquad (i = 1, 2, \ldots n).$$

» Il est vrai qu'on pourrait, par des différentiations et des éliminations convenables, ramener l'étude du système (2) au cas d'une seule équation linéaire. Mais cette méthode introduirait des difficultés étrangères au problème primitif. Il faut donc essayer de traiter le système (2) directement, sans transformations préalables, et pour cela il faut tout d'abord chercher un critère de la convergence de déterminants infinis qui pourrait nous servir pour point de départ.

» Soient A_{ik} $(i, k = -\infty \ldots +\infty)$ une double infinité de quantités données; supposons que le produit

$$\Pi = \Pi_i A_{ii}$$

soit absolument convergent, et formons une infinité de produits nouveaux en permutant dans Π les premiers (ou seconds) indices des facteurs A_{ii} de toutes les manières possibles; enfin, formons avec tous ces produits une série infinie, en prenant chacun d'eux avec le signe + ou le

signe —, suivant qu'il se déduit du produit initial par un nombre pair ou impair de transpositions. Si cette série a une valeur Δ finie, déterminée et indépendante de l'ordre des termes, nous conviendrons de dire que le déterminant des éléments A_{ik} est convergent et a pour valeur Δ. Nous désignerons ce déterminant par le symbole

$$\Delta = \Sigma(\pm \Pi_i A_{ii}).$$

» Cette définition est, comme on voit, différente de celle qui a été donnée par M. Poincaré (*Bulletin de la Société mathématique de France*, t. XIV). Il est facile de démontrer que, si un déterminant infini est convergent d'après la définition précédente, il l'est aussi d'après celle de M. Poincaré; mais la réciproque n'est pas nécessairement vraie.

» En adoptant cette définition, qui paraît être la généralisation la plus directe de la définition d'un déterminant fini, et en posant

$$A_{ii} = 1 + a_{ii}, \qquad A_{ij} = a_{ij} \qquad (i \gtrless j),$$

le théorème de M. Poincaré prend la forme suivante :

» *Pour que le déterminant des A_{ik} converge, il suffit que les séries*

$$\Sigma_i |a_{ii}|, \qquad \Sigma_{i,j} |a_{ij}|$$

soient convergentes.

» Comme nous l'avons déjà fait remarquer, ce théorème peut servir dans l'étude de l'équation (1) si l'on suppose $P_1 = 0$. Si, au contraire, on ne fait pas cette restriction ou, plus généralement, si l'on veut étudier le système (2), il faut avoir recours au théorème suivant :

» *Pour que le déterminant des A_{ik} converge, il suffit que les séries*

$$(3) \qquad \Sigma_i |a_{ii}|, \quad \Sigma_{i,j,k} |a_{ij} a_{jk}|, \quad \Sigma_{i,j,k,l} |a_{ij} a_{jk} a_{kl}|$$

soient convergentes ([1]).

» Ce théorème, qui embrasse celui qui précède comme cas particulier, n'est lui-même qu'un cas particulier d'un théorème général. Toutefois, je me bornerai ici à démontrer le théorème ainsi particularisé ([2]), puisqu'il suffit pour le cas du système (2).

([1]) Dans le cas où toutes les séries $\Sigma_j |a_{ij}|$ ou toutes les séries $\Sigma_i |a_{ij}|$ convergent et ont des valeurs plus petites qu'une quantité donnée, on voit immédiatement que la convergence de la deuxième des séries (3) entraîne la convergence de la troisième. C'est le cas qui se présente dans l'étude du système (2).

([2]) J'ai démontré le théorème général dans une Communication verbale faite à la Société mathématique de France (séance du 16 novembre 1892).

» Pour le démontrer, remarquons que chaque terme Π' de la série Δ se déduit de Π par la permutation de certains indices i; donc, d'après un théorème connu, on peut obtenir Π' en partageant les facteurs A_{ii} en groupes convenables et en permutant ensuite circulairement les indices appartenant à chaque groupe. Or, on voit sans peine que chaque terme ainsi formé se retrouve (pris, suivant les cas, avec le signe + ou —) parmi les termes de la série qu'on obtient en développant d'une manière convenable le produit suivant :

$$\Pi_i\,(1 + a_{ii} + \Sigma_{j,k}\, a_{ij}\, a_{jk} + \Sigma_{j,k,l}\, a_{ij}\, a_{jk} a_{kl}).$$

» Ce produit est, d'après l'hypothèse faite sur les séries (3), convergent même si l'on y remplace tous les a_{ik} par leurs valeurs absolues; il en sera donc de même de son développement et, *a fortiori*, de la série Δ. Le théorème est donc démontré.

» En prenant ce théorème pour point de départ, on peut obtenir la représentation analytique des intégrales et des invariants du système (2) et les étudier, au point de vue de la théorie générale des fonctions, d'après une méthode analogue à celle qui, dans le Mémoire cité plus haut, se trouve développée pour le cas d'une équation linéaire d'ordre n. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions sphériques.* Note de M. E. **Beltrami**, présentée par M. Hermite.

« En cherchant à exposer de la manière la plus simple et la plus générale la théorie des fonctions sphériques, j'ai défini comme telle de l'ordre n une fonction $\varphi(\xi, \eta, \zeta)$ des trois cosinus ξ, η, ζ d'un rayon, qui : 1° est homogène de l'ordre n en ces variables, et 2° satisfait à l'équation de Laplace $\frac{\partial^2\varphi}{\partial\xi^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial\eta^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial\zeta^2} = 0$. Il s'agit alors de caractériser cette fonction par rapport à *deux* variables *indépendantes,* telles, par exemple, que ζ et ω, en posant, comme d'habitude,

$$\xi = \cos\omega\sqrt{1-\zeta^2}, \qquad \eta = \sin\omega\sqrt{1-\zeta^2}.$$

Or, quelle que soit la fonction φ, on a

$$(1-\zeta^2)\frac{d\varphi}{d\zeta} = \frac{\partial\varphi}{\partial\zeta} - \zeta F(\varphi),$$

$$\frac{d\varphi}{d\omega} = \xi\frac{\partial\varphi}{\partial\eta} - \eta\frac{\partial\varphi}{\partial\xi},$$

où la caractéristique d se rapporte aux deux variables indépendantes et où le symbole $F(\varphi)$ représente l'opération

$$F = \xi \frac{\partial}{\partial \xi} + \eta \frac{\partial}{\partial \eta} + \zeta \frac{\partial}{\partial \zeta}.$$

En considérant les deux membres des équations précédentes comme les résultats d'opérations effectuées sur la fonction $F(\zeta, \omega)$, ou $F(\xi, \eta, \zeta)$, et en réitérant ces opérations, on arrive, par des transformations bien simples, à ces autres formules

$$(1-\zeta^2)\frac{d}{d\zeta}\left[(1-\zeta^2)\frac{d\varphi}{\partial \zeta}\right] = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \zeta^2} + \zeta \frac{\partial \varphi}{\partial \zeta} - (1-\zeta^2)F(\varphi) + \zeta^2 F^2(\varphi) - 2\zeta \frac{\partial F(\varphi)}{\partial \zeta},$$

$$\frac{d^2\varphi}{d\omega^2} = (1-\zeta^2)\left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \eta^2}\right) - \zeta \frac{\partial \varphi}{\partial \zeta} - \zeta^2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \zeta^2}$$
$$- F^2(\varphi) + 2\zeta \frac{\partial F(\varphi)}{\partial \zeta},$$

où $F^2(\varphi)$ est la même chose que $F[F(\varphi)]$. En ajoutant les deux dernières égalités, on arrive ainsi à cette autre égalité

$$\frac{d}{d\zeta}\left[(1-\zeta^2)\frac{d\varphi}{d\zeta}\right] + \frac{1}{1-\zeta^2}\frac{d^2\varphi}{d\omega^2} = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \eta^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial^2 \zeta} - F(\varphi) - F^2(\varphi),$$

d'où, en introduisant les deux conditions de définition,

$$F(\varphi) = n\varphi, \qquad \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \eta^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \zeta^2} = 0,$$

l'on tire immédiatement l'équation bien connue,

$$\frac{d}{d\zeta}\left[(1-\zeta^2)\frac{d\varphi}{d\zeta}\right] + \frac{1}{1-\zeta^2}\frac{d^2\varphi}{d\omega^2} + n(n+1)\varphi = 0.$$

On reconnaît en même temps, sans qu'il soit nécessaire d'invoquer aucune espèce d'évidence, que l'expression

$$\frac{d}{d\zeta}\left[(1-\zeta^2)\frac{d\varphi}{d\zeta}\right] + \frac{1}{1-\zeta^2}\frac{d^2\varphi}{d\omega^2}$$

est un invariant différentiel de direction, puisque les deux expressions

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial \xi^3} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \eta^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \zeta^2} \quad \text{et} \quad F(\varphi)$$

ne changent pas, quelle que soit la série des axes orthogonaux des ξ, η, ζ. Il s'ensuit que la fonction sphérique *spéciale* qui ne contient que la variable ζ ne fait que rentrer dans le type général lorsqu'on déplace ces axes,

et devient la fonction sphérique fondamentale de l'angle de deux rayons quelconques. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Décomposition des aluminates alcalins en présence de l'alumine.* Note de M. A. DITTE, présentée par M. Troost.

« L'aluminate de potasse cristallisé éprouve, quand on le dissout dans l'eau, une décomposition partielle, et la liqueur se trouble avec séparation d'alumine qui se dépose et de potasse qui se dissout, jusqu'à ce que l'équilibre correspondant à la température de l'expérience soit atteint; la solution filtrée au bout de quelques instants est limpide, mais son équilibre est instable, et elle ne demeure pas en cet état; enfermée dans un vase clos, elle ne tarde pas à se troubler de nouveau, et l'on voit se former, contre les parois du vase, un enduit adhérent constitué par des petits cristaux transparents, accolés les uns aux autres, qui augmentent d'une manière continue, et finissent par revêtir d'une couche opaque la paroi interne du flacon; l'aluminate se décompose peu à peu et, tandis que la quantité totale de potasse, libre ou combinée, que la liqueur renferme, demeure constante, la proportion d'alumine dissoute va sans cesse en diminuant.

» Cette décomposition de l'aluminate peut être observée d'ailleurs sans recourir à la préparation du sel pur; si, prenant une solution étendue d'un sel quelconque d'alumine, on lui ajoute de la potasse, celle-ci précipite d'abord de l'hydrate alumineux, le redissout ensuite et, si l'on cesse de verser de la potasse alors qu'il reste encore un peu d'alumine en suspension, on obtient une liqueur renfermant de l'aluminate alcalin; abandonnée en vase clos, cette dissolution ne tarde pas à donner, sur le fond et sur les parois du vase, un enduit translucide dont l'épaisseur augmente avec la durée de l'expérience, et qui est formé par des cristaux de l'hydrate $Al^2O^3, 3H^2O$, dont la composition est celle de la *gibbsite* naturelle.

» Pour nous rendre compte de ce qui se passe, considérons de l'alumine précipitée mise en suspension dans l'eau, et ajoutons de la potasse au mélange; cette base dissoudra une partie de l'alumine en formant de l'aluminate et, comme l'alumine joue le rôle d'un acide faible, l'aluminate sera partiellement décomposé dans la liqueur; celle-ci contiendra donc, avec du sel non décomposé, une certaine dose de potasse et d'alumine libres, cette dernière étant simplement dissoute dans la potasse en liberté. Si la quantité d'alcali a été suffisante pour dissoudre la totalité de l'alumine et

se trouver en outre en excès, si faible qu'il soit, la liqueur est plus riche en potasse libre que ne le serait une solution provenant de la décomposition par l'eau d'aluminate pur, une fois l'équilibre atteint; par conséquent, la température restant invariable ainsi que la concentration de la liqueur, la décomposition de l'aluminate dissous ne saurait avoir lieu et, en effet, une telle dissolution peut être conservée des mois entiers, en vase clos, sans déposer d'alumine.

» Il n'en est plus de même quand, la quantité de potasse ajoutée étant insuffisante pour dissoudre l'alumine gélatineuse, quelque trace de cette matière reste en suspension dans le liquide; la composition de celui-ci correspond alors exactement à l'équilibre entre l'aluminate et l'eau à la température de l'expérience; si celle-ci n'est pas rigoureusement constante, qu'elle s'élève, si peu que ce soit, en un point de la masse, un peu d'aluminate se décomposera en ce point en donnant de l'alumine qui, dans ces conditions, est l'hydrate cristallisé $Al^2O^3, 3H^2O$ dont la présence suffira pour empêcher tout équilibre de s'établir; en effet, l'alumine provenant de la décomposition de l'aluminate, et simplement dissoute dans la potasse libre, y est plus soluble que l'hydrate cristallisé; au contact des cristaux, la liqueur se comporte comme une dissolution sursaturée de cet hydrate, une partie de l'alumine dissoute cristallise, et comme, cela faisant, elle devient moins soluble que l'alumine non cristallisée, elle sort du champ de réaction et ne joue plus un rôle appréciable dans l'équilibre chimique de la dissolution; elle se comporte tout comme le fait l'hydrate de peroxyde de fer qui se sépare lors de la décomposition d'un de ses sels par l'eau, et qui, éprouvant une série de transformations à la suite desquelles il devient insoluble dans les acides étendus, amène la décomposition progressive de ces sels. Une partie de l'alumine dissoute nécessaire à l'équilibre sortant ainsi du champ de réaction en devenant hydrate cristallisé moins soluble, une nouvelle dose d'aluminate se décompose pour régénérer la solution aluminique, mais au contact des cristaux déjà formés celle-ci en produit de nouveaux qui se déposent, et finalement, le sel se détruisant peu à peu, la quantité de potasse libre que la liqueur renferme augmente graduellement à mesure que l'alumine disparaît; la réaction cesse quand la proportion de cet oxyde qui demeure dissoute dans la liqueur correspond précisément à la solubilité de l'hydrate cristallisé $Al^2O^3, 3H^2O$ dans la solution étendue de potasse qui provient de la destruction de l'aluminate alcalin.

» S'il en est ainsi, tout ce qui favorise le contact de l'alumine dissoute avec les

cristaux déjà formés doit faciliter la décomposition de l'aluminate et, au contraire, ce qui rend ce contact plus difficile doit la retarder; c'est en effet ce que l'expérience permet de constater.

» Si, par exemple, on ajoute quelques cristaux d'hydrate d'alumine à une solution limpide d'aluminate, ils tombent bientôt au fond de la liqueur et y grossissent lentement; mais, comme le liquide qui les touche se renouvelle difficilement, la réaction marche avec une lenteur extrême; elle s'accélère notablement, si, en agitant le flacon, on remet les cristaux en suspension dans tout le liquide, car, répandus dans toute sa masse, ils y déterminent la production de nouveaux cristaux qui agissent à leur tour comme ceux qui les ont fait naître. On arrive au même résultat en ajoutant à la solution d'aluminate alcalin une certaine quantité d'alumine en gelée qui y demeure non dissoute; dans ce cas, comme nous l'avons expliqué, des cristaux d'hydrate ne tardent pas à apparaître, mais ils ne tombent plus au fond du vase, la gelée alumineuse leur sert de support, et ils restent disséminés dans un volume de liquide, d'autant plus grand, que celui du support est lui-même plus considérable; la décomposition de l'aluminate se fait facilement alors, et l'alumine cristallisée, au lieu de se déposer en enduit adhérent sur les parois, reste en majeure partie dans le réseau gélatineux. Une agitation continuelle du liquide, avec un courant d'air bien privé d'acide carbonique, produit un effet analogue en maintenant constamment en suspension, et par suite en contact avec toutes les parties de la liqueur, une portion des cristaux déjà formés; d'autre part ajouter de l'eau à la dissolution, c'est-à-dire augmenter son volume, rend plus difficile le contact des cristaux avec toute la masse liquide; aussi cette addition d'eau suffit-elle pour retarder la décomposition de l'aluminate alcalin.

» Il résulte, de ce qui précède, qu'au contact de cristaux d'alumine hydratée l'aluminate de potasse se décompose d'une manière graduelle, grâce au mécanisme que nous avons indiqué, et que son alumine se sépare, elle aussi, sous la forme de cristaux de l'hydrate $Al^2O^3, 3H^2O$. Tout ce que nous avons dit de l'aluminate de potasse s'applique absolument à celui de soude, et nous tirerons de ces phénomènes l'explication de ce qui a lieu dans un procédé industriel de préparation de l'alumine qui consiste précisément à extraire cette base de l'aluminate de soude, en agitant une solution de ce composé avec de l'hydrate d'alumine déjà cristallisé. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Étude électrométrique du triplatohexanitrite acide de potassium* [1]. Note de M. **M. Vèzes**, présentée par M. Troost.

« J'ai décrit tout récemment (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 99) un nouveau sel azoté du platine, le triplatohexanitrite acide de potassium

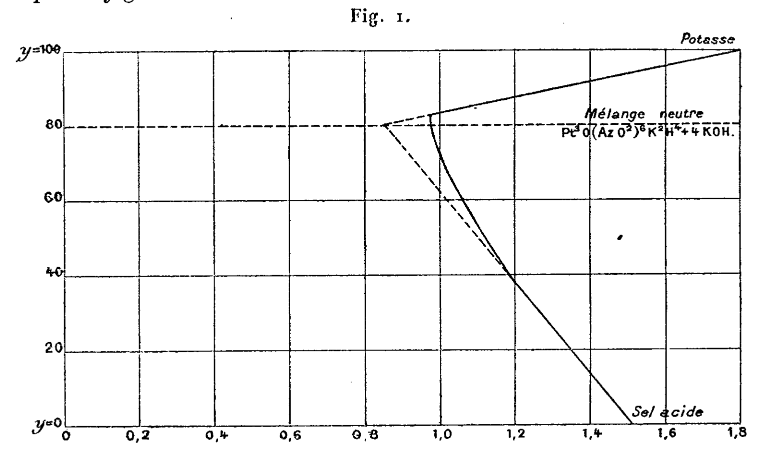
[1] Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

$Pt^3O(AzO^2)^6K^2H^4 + 3H^2O$, et indiqué par suite de quelles considérations d'ordre purement chimique j'avais été amené à lui attribuer cette formule, au lieu de la formule $Pt^3O(AzO^2)^6K^2H + 3H^2O$ que j'avais tout d'abord adoptée.

» En réalité, ces raisons chimiques n'ont fait que justifier, *a posteriori*, ce changement de formule : c'est la méthode électrométrique qui, la première, m'en avait montré la nécessité.

» I. Faisons, en effet, des mélanges en diverses proportions de triplatohexanitrite acide et de potasse, à l'état de solutions à $\frac{1}{100}$ de molécule par litre. La formule générale d'un pareil mélange est $y\frac{KOH}{100} + (100 - y)\frac{Pt^3O(AzO^2)^6K^2H^4}{100}$, y représentant le volume de solution potassique contenu dans 100 vol. du mélange. Mesurons les conductibilités x de ces mélanges (¹), en prenant pour unité la conductibilité d'une solution de chlorure de potassium à $\frac{1}{100}$ de molécule par litre, et dressons la courbe des valeurs de x correspondant aux diverses valeurs de y : nous obtiendrons la courbe représentée par la *fig.* 1.

Fig. 1.



» Théoriquement, cette courbe devrait se composer de deux droites se coupant au point qui correspond au mélange neutre, c'est-à-dire en un point de l'ordonnée $y = 80$. La courbe fournie par l'expérience s'écarte de cette courbe théorique entre les ordonnées 40 et 82, en donnant un point anguleux très net correspondant à l'ordonnée $y = 82$. Nous sommes ainsi conduits à conclure que, au degré de dilution considéré, le sel neutre est partiellement décomposé par l'eau, et qu'il n'est stable qu'en présence d'un léger excès de potasse ($y > 82$) ou d'un grand excès de sel acide ($y < 40$).

» II. Il eût été intéressant de vérifier ces résultats par l'étude de mélanges plus concentrés, de manière à voir si, pour des dilutions moindres, le point anguleux se

(¹) Ces mesures ont été faites par la méthode de M. Bouty, qui a bien voulu m'aider fréquemment de ses conseils.

rapproche de l'ordonnée correspondant au mélange supposé neutre. Malheureusement, la faible solubilité du triplatohexanitrite acide dans l'eau froide ne l'a pas permis : la solution à $\frac{1}{100}$ de molécule par litre, qui a servi dans les mesures précédentes, était presque saturée à la température de 16°, à laquelle ces mesures ont été faites.

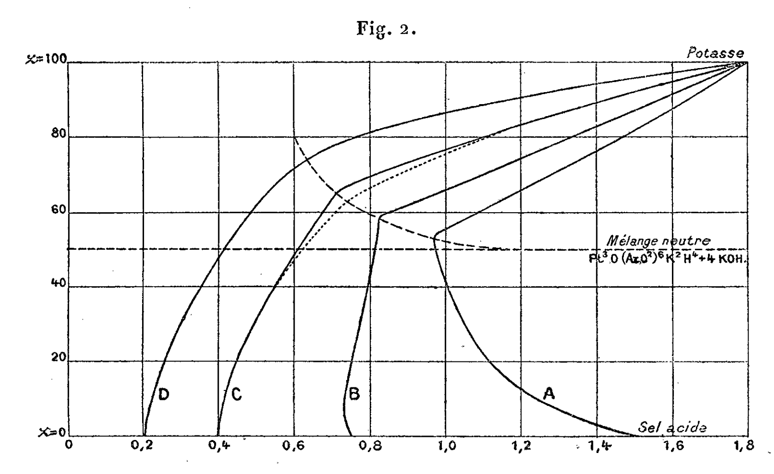
» En revanche, il était facile d'opérer à des concentrations moindres, de manière à étudier l'influence de la dilution sur la position du point anguleux. J'ai fait des mélanges, en diverses proportions, de la même solution de potasse ($1^{mol} = 100^{lit}$) avec diverses solutions de sel acide ($1^{mol} = v^{lit}$). Pour chaque valeur de v, la formule générale des mélanges était, comme plus haut : $y \frac{KOH}{100} + (100 - y) \frac{Pt^3O(AzO^2)^6K^2H^4}{v}$. Afin de pouvoir comparer les courbes obtenues pour diverses valeurs de v, j'ai dû les rapporter à une même échelle : prenant toujours pour abscisses les conductibilités x mesurées, rapportées à la même unité que plus haut, j'ai pris pour ordonnées les valeurs z que prend y dans le cas particulier où $v = 400$. Il est alors facile de voir que l'on a

$$z = \frac{100 v y}{v y + 400(100 - y)}.$$

Grâce à ce changement de variable, le mélange neutre $Pt^3O(AzO^2)^6K^2H^4 + 4KOH$ correspond, quel que soit v, à l'ordonnée $z = 50$.

» La *fig.* 2 représente graphiquement les résultats obtenus. La courbe A correspond à la valeur $v = 100$: c'est la courbe de la *fig.* 1, déformée par suite du change-

Fig. 2.



ment de variable. Les courbes B, C, D correspondent respectivement aux valeurs $v = 200$, $v = 400$, $v = 800$. Ces quatre courbes partent des points correspondant aux conductibilités du sel acide à ces diverses dilutions ($z = 0$; $x = 1,518$, $0,744$, $0,398$, $0,207$), et vont converger au point correspondant à la conductibilité de la potasse à $\frac{1}{100}$ de molécule par litre ($z = 100$; $x = 1,781$).

» L'examen de ces courbes montre nettement que le lieu du point anguleux est une courbe qui se rapproche progressivement de l'ordonnée $z = 50$ quand la concentration augmente. Par conséquent, le sel neutre correspond bien au mélange

$Pt^3O(AzO^2)^6K^2H^4 + 4KOH$, mais, pour des dilutions croissantes, il n'est stable qu'en présence d'excès de plus en plus grands d'alcali. Ce résultat justifie donc celui qu'avait fourni l'examen de la *fig.* 1.

» La *fig.* 2 permet de mettre en évidence une autre influence que celle de la dilution sur la réaction étudiée : c'est l'influence du temps. La courbe C, tracée en traits pleins, correspond à des conductibilités mesurées six jours après la confection des mélanges; la courbe pointillée qui s'en détache entre les ordonnées 40 et 80 correspond aux mêmes conductibilités mesurées seulement un jour après le mélange. On voit qu'à ce moment le point anguleux était beaucoup moins net, et, par conséquent, la réaction beaucoup moins complète. Cette influence du temps croît avec la dilution : elle est, en effet, très peu marquée pour les courbes A et B, qui ont donné un point anguleux très net, deux jours à peine après le mélange ; elle devient considérable pour la courbe D, qui a été mesurée neuf jours après le mélange et dans laquelle le point anguleux commence à peine à se dessiner. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de la vapeur d'eau sur le perchlorure de fer.* Note de M. G. **Rousseau**, présentée par M. Troost.

« Les solutions très concentrées de chlorure ferrique, soumises à l'action de la chaleur en tubes scellés, donnent naissance à divers oxychlorures de fer cristallisés ([1]). Entre 150° et 220°, on obtient l'hydrate $2Fe^2O^3, Fe^2Cl^6, 3H^2O$. Depuis 220° jusque vers 300°, il se forme un oxychlorure anhydre $2Fe^2O^3, Fe^2Cl^6$. Enfin, au-dessus de 300°, on voit apparaître un nouveau terme de la série, $3Fe^2O^3, Fe^2Cl^6$.

» Il eût été intéressant de poursuivre l'étude de la formation de ces composés jusqu'au voisinage du rouge sombre; mais les tubes n'ont pu résister aux pressions considérables qui se produisent aux températures supérieures à 350°. J'ai alors songé à faire réagir l'eau gazeuse sur le perchlorure de fer en vapeur, sous la pression atmosphérique. Je me suis arrêté au dispositif suivant :

» On effile en pointe l'extrémité d'un tube de verre long de 1^m environ et semblable à ceux qui servent pour les combustions organiques, puis on y introduit du perchlorure de fer anhydre qu'on tasse dans le voisinage de la pointe en une colonne de 15^{cm} à 20^{cm} de long. Cette portion du tube est engagée dans une petite étuve à air que l'on maintient vers 260°, température à laquelle le dégagement des vapeurs du perchlorure est assez notable pour colorer la partie vide du tube en rouge orangé. Vers la fin de l'opération, lorsque les vapeurs de Fe^2Cl^6 deviennent moins abondantes, on élève progressivement la température de l'étuve jusqu'à 320°.

([1]) G. Rousseau, *Comptes rendus,* t. CX, p. 1032 (1890) et t. CXIII, p. 542 (1891).

» Quant à la partie antérieure du tube où doivent réagir les vapeurs d'eau et de perchlorure, on la chauffe à l'aide d'un bain d'huile ou d'une grille à gaz, suivant la température que l'on veut atteindre.

» Pendant toute la durée de l'expérience, on fait passer dans le tube, par la pointe effilée, un courant lent d'acide carbonique, saturé de vapeur aqueuse par un barbotage dans un tube à boules rempli d'eau, et dont on porte la température vers 80° à l'aide d'un bain-marie. Afin de maintenir toujours le chlorure ferrique en grand excès dans le mélange gazeux, il importe de régler le passage de l'acide carbonique dans le barboteur de telle façon que sa vitesse moyenne reste comprise entre une à deux bulles par seconde.

» Dans ces conditions, j'ai observé, depuis 275° jusqu'au-dessus de 300°, la formation de petites aiguilles d'un brun rougeâtre ayant la composition de l'oxychlorure $2Fe^2O^3, Fe^2Cl^6$. Entre 350 et 400°, il s'est formé des aiguilles beaucoup plus volumineuses et d'une couleur plus foncée de l'oxychlorure $3Fe^2O^3, Fe^2Cl^6$.

» On voit donc qu'il y a une analogie complète entre la décomposition du chlorure ferrique en vapeur par l'eau gazeuse et celle de ses solutions concentrées. Les produits obtenus dans les deux cas à des températures correspondantes ont même composition, présentent les mêmes caractères optiques et se détruisent pareillement sous l'action prolongée de l'eau bouillante en se transformant en sesquioxyde de fer.

» Il était intéressant de voir si, vers le rouge sombre, on obtiendrait un oxychlorure plus condensé, isomorphe avec l'hématite, d'après une hypothèse que j'avais émise antérieurement lors de mes premières recherches sur les oxychlorures ferriques. Mais l'expérience n'a pas confirmé cette prévision. Les quantités d'oxychlorure formé sont toujours assez faibles, même vers 300°, et la proportion en paraît d'autant moindre que le chlorure ferrique est en plus grand excès dans le mélange gazeux. Vers 400°, on n'obtient plus que quelques aiguilles. Enfin, depuis le rouge sombre jusqu'au point de ramollissement du verre, on n'observe la formation d'aucun dépôt solide sur les parois du tube quand le sesquichlorure prédomine; si, au contraire, la vapeur d'eau est en excès, on voit se produire des lamelles hexagonales d'hématite.

» On peut proposer deux explications de cette absence de formation d'oxychlorure vers le rouge :

» 1° Il se produit un renversement de la réaction, dû sans doute à quelque changement survenu dans les chaleurs spécifiques si mal connues encore aux températures élevées.

» 2° Il existe entre la vapeur d'eau, le perchlorure, l'oxychlorure et l'acide chlorhydrique mis en liberté, un équilibre mobile, variable avec la température, et tel qu'à un certain point de l'échelle thermométrique l'ac-

tion destructive de l'acide sur l'oxychlorure devienne prépondérante. C'est ainsi que, dans mes expériences sur la décomposition des solutions concentrées de chlorure ferrique, je n'ai réussi à obtenir que des *traces* d'oxychlorure jusqu'au moment où j'eus l'idée de neutraliser l'acide devenu libre à l'aide d'un carbonate alcalino-terreux. J'ai essayé, dans mes nouveaux essais par la voie sèche, de recourir à un artifice analogue; mais, à la température du rouge, toutes les substances capables de saturer l'acide chlorhydrique ont détruit en même temps le perchlorure en donnant naissance à de l'oxyde de fer ou à des sels ferriques.

» La question reste donc ouverte. Malgré les difficultés du problème, je ne désespère pas de pouvoir l'aborder quelque jour à l'aide de méthodes plus perfectionnées. Il serait intéressant d'approfondir le mécanisme de la formation de l'hématite par l'action de la vapeur d'eau sur le perchlorure de fer, phénomène en contradiction apparente avec le principe du travail maximum. »

CHIMIE. — *Sur deux combinaisons du cyanure cuivreux avec les cyanures alcalins*. Note de M. E. Fleurent, présentée par M. Schützenberger.

« Dans une Communication précédente [1] j'ai fait connaître les premiers termes de la réaction du cyanure de potassium sur le chlorure de cuivre ammoniacal. Dans les conditions où je me suis placé, ces premiers termes sont : un composé bleu auquel je donnerai le nom de *cyanure ammoniaco-dicuivreux-diammoniacal* de formule

$$2Cu^2Cy^2.CyAzH^4.2AzH^3.3H^2O,$$

et un composé vert que j'appellerai *cyanure cuivreux-dicuivrique-diammoniacal* dont la formule est

$$2CuCy^2.Cu^2Cy^2.2AzH^3.3H^2O.$$

» Cependant, avant d'aller plus loin, je dois revenir sur la formation du premier de ces composés et compléter l'histoire de sa cristallisation par les remarques que j'ai faites au courant de cette étude. Si, en effet, pendant l'hiver de 1891-1892, alors que, la nuit, la température du laboratoire s'abaissait notablement, le sel bleu se déposait en petites houppes dans les tubes scellés refroidis, il n'en fut plus de même lorsque je voulus répéter l'expérience pendant les chaleurs de l'été; dans ces conditions, en effet, les

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1060; 1892.

tubes restaient purs de toute cristallisation. Mais je remarquai bientôt que, abandonnés pendant quelque temps dans de l'eau glacée, les mêmes tubes se tapissaient des cristaux bleus déjà étudiés, que le dépôt de ces cristaux se continuait quelque temps après l'ouverture, et qu'enfin les lamelles rectangulaires vertes se déposaient, ainsi que je l'avais annoncé, jusqu'à décoloration complète de la liqueur. C'est à l'étude de la solution décolorée que la présente Note est consacrée.

» Immédiatement après le dépôt des cristaux verts on voit se former, dans la liqueur, de grandes paillettes, à reflet micacé; puis, lorsque, par l'évaporation spontanée, le volume de cette liqueur a diminué de moitié, il se dépose en même temps des cristaux, nettement différenciés des premiers par leur forme prismatique, qui acquièrent souvent, au fur et à mesure de la concentration, le poids de plusieurs décigrammes. On sépare ces cristaux des paillettes, soit par agitation et décantation rapide, soit par triage mécanique après dessiccation. L'étude de ces deux composés, ainsi séparés, m'a donné les résultats suivants :

» *Paillettes micacées.* — Cyanure diammoniaco-cuivreux-diammoniacal, dont la formule est

$$Cu^2Cy^2.2Cy(AzH^4).2AzH^3.4H^2O.$$

» Insolubles dans l'eau froide, ces lamelles se décomposent par l'eau bouillante avec dégagement d'ammoniaque et dépôt de cyanure cuivreux. Elles sont solubles dans l'ammoniaque, et la solution obtenue se colore rapidement en bleu. Les acides en dégagent de l'acide cyanhydrique avec formation de cyanure cuivreux. Enfin, soumises à l'action de la chaleur, ces lamelles se décomposent en eau, ammoniaque, cyanure d'ammonium qui se sublime; il reste finalement du cyanure cuivreux mélangé de cuivre réduit.

» *Cristaux prismatiques.* — Cyanure cuivreux dipotassique, dont la formule est

$$Cu^2Cy^2.2CyK.$$

» Ce sont des prismes orthorhombiques terminés par des pyramides tronquées. Ils sont insolubles dans l'eau froide : celle-ci les décompose partiellement; mais l'eau bouillante les résout en cyanure cuivreux et cyanure de potassium et produits de la décomposition de ce cyanure. Ces cristaux sont, en outre, solubles dans l'ammoniaque avec coloration bleue, et décomposés, comme le sel précédent, par les acides. Enfin la chaleur les dédouble en cyanure de potassium et cyanure cuivreux mélangé de cuivre réduit [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Aimé Girard, au Conservatoire national des Arts et Métiers.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la composition de quelques phénates alcalins hydratés*. Note de M. DE FORCRAND.

« On désigne généralement sous le nom de *phénates alcalins* des composés $C^{12}H^6O^2, MHO^2$, anhydres ou hydratés, dans lesquels on considère les deux molécules de phénol et de base comme juxtaposées (combinaisons moléculaires ou d'addition), bien différents des phénols potassé ou sodé $C^{12}H^5MO^2$. Cependant on n'a pas toujours maintenu cette distinction; de là une certaine confusion. D'ailleurs les phénols potassé ou sodé peuvent s'hydrater, et l'analyse ne permet pas de reconnaître les deux isomères $C^{12}H^5MO^2, H^2O^2$ et $C^{12}H^6O^2, MHO^2$.

» Il est certain que les composés sodés ou potassés $C^{12}H^5MO^2$ que j'ai obtenus par l'action des métaux sur une quantité équivalente de phénol dissous dans l'alcool absolu, et évaporation de l'alcool à chaud, ont bien la constitution que je leur ai attribuée. Ce sont des phénols potassé ou sodé, analogues aux sels métalliques anhydres et neutres.

» Il faut rattacher à la même famille les combinaisons obtenues par Laurent et d'autres chimistes, en dissolvant directement les métaux dans le phénol, avec dégagement d'hydrogène. Cependant ils appartiennent plutôt au type un peu différent : $C^{12}H^5MO^2 + nC^{12}H^6O^2$, analogue aux sels acides. Je reviendrai prochainement sur ces combinaisons, qui n'ont pas été étudiées jusqu'ici.

» Quant aux véritables phénates, $C^{12}H^6O^2, MHO^2$, anhydres ou hydratés, Crace-Calvert, en 1865, avait avancé que ce n'étaient que des mélanges; les faits cités à l'appui de cette idée peuvent s'expliquer aujourd'hui très simplement et ne prouvent pas la non-existence des phénates.

» En 1869, Roméi a décrit sous le nom de *phénate de potasse*, un composé qui aurait pour formule $C^{12}H^6O^2, KHO^2$ (ou bien $C^{12}H^5KO^2, H^2O^2$). Il l'obtenait, soit en fondant ensemble la base et le phénol solides, soit en les dissolvant séparément dans l'alcool, mélangeant, évaporant et desséchant ensuite sur l'acide sulfurique les lamelles cristallines. La potasse et le phénol étaient toujours pris à molécules égales.

» J'ai repris les expériences de Roméi, du moins celles par dissolution [1]. J'ai en outre isolé et analysé les lamelles cristallines avant leur

---

[1] Le procédé par fusion ne me paraît pas irréprochable, car il est certain que la masse obtenue par le mélange à molécules égales des deux corps fondus doit avoir la composition du mélange, même s'il n'y a pas combinaison.

déshydratation. Puis j'ai appliqué le même procédé à la soude. Enfin j'ai préparé des combinaisons identiques ou analogues, par évaporation, à l'abri de l'air, des solutions aqueuses de phénol et de potasse ou de soude.

» Tous les composés ainsi obtenus ont été analysés anhydres et hydratés.

» 1° *Phénate de potasse :* $C^{12}H^6O^2, KHO^2, H^2O^2$ ou $C^{12}H^5KO^2, 2H^2O^2$. C'est, en réalité, le composé primitif obtenu par Roméi sous forme de lamelles brillantes, mais non analysé. Je l'ai préparé d'abord par sa méthode (28^{gr} de potasse solide et 47^{gr} de phénol dissous séparément dans l'alcool à 90°; on laisse le mélange des deux liqueurs pendant plusieurs jours sous cloche en présence d'acide sulfurique, puis on recueille et on dessèche les cristaux à l'abri de l'air). L'analyse donne :

Par l'alcalimétrie : K pour 100.. 23,28; A l'état de sulfate....... 23,20.

Les formules précédentes exigent 23,26. Ce corps ne retient pas d'alcool. J'ai reproduit encore cette même combinaison par évaporation d'un mélange de deux solutions aqueuses concentrées (toujours à molécules égales). Je me suis assuré de l'identité des deux corps par l'analyse (K pour 100 : 23,13) et par la mesure de la chaleur de dissolution, qui a été trouvée la même ($+ 0^{cal},12$ pour $168^{gr},1$).

» 2° *Phénate de soude :* $C^{12}H^6O^2, NaHO^2, 4H^2O^2$ ou $C^{12}H^5NaO^2, 5H^2O^2$. On obtient ce corps par évaporation lente, à froid et à l'abri de l'air, de deux solutions aqueuses concentrées, à molécules égales. Il se forme de beaux cristaux qui contiennent :

Par l'alcalimétrie : Na pour 100.. 11,47; A l'état de sulfate........ 11,48

tandis que les formules exigent 11,17.

» 3° *Phénate de soude :* $C^{12}H^6O^2, NaHO^2, 2H^2O^2$ ou $C^{12}H^5NaO^2, 3H^2O^2$. J'ai préparé ce composé par le procédé Roméi, c'est-à-dire par évaporation du mélange de deux solutions dans l'alcool à 90°. L'analyse donne les nombres 13,50 et 13,44, tandis que les formules exigent 13,53. Ce sont encore des cristaux brillants. Ils ne retiennent pas d'alcool. Avec la soude, on obtient donc des résultats différents, suivant qu'on opère avec les solutions aqueuses ou alcooliques.

» J'ai cherché ensuite à déshydrater ces trois composés, en opérant à froid, en présence de corps avides d'eau (acide sulfurique ou anhydride phosphorique). Les expériences demandent plusieurs semaines. Même au bout de ce temps, la déshydratation n'est pas complète, mais elle tend vers une limite qui correspond à $C^{12}H^5MO^2$, et non pas à $C^{12}H^6O^2, MHO^2$.

» Ainsi, les deux phénates de soude hydratés ont fourni un résidu effleuri, blanc, pulvérulent, qui contient :

Par l'alcalimétrie : Na pour 100... 19,37; A l'état de sulfate........ 19,23

La formule $C^{12}H^5NaO^2$ demande 19,83, tandis que $C^{12}H^6O^2, NaHO^2$ exige seulement 17,16. On atteint donc presque la limite théorique d'efflorescence. La moyenne des nombres obtenus, 19,30, correspond exactement à $C^{12}H^5NaO^2 + \frac{1}{3}HO$ ou à $17C^{12}H^5NaO^2 + C^{12}H^5NaO^2, 3H^2O^2$. J'ai vérifié d'ailleurs que la chaleur de dissolution du résidu est bien celle qui correspond à ces formules.

» Avec le phénate de potasse, la déshydratation est un peu moins complète encore, au bout de quatre semaines. L'analyse donne en effet 28,23 et 27,77 (moyenne 28,00 pour 100 de potassium, tandis que la formule $C^{12}H^5KO^2$ demande 29,59 et $C^{12}H^6O^2, KHO^2$ seulement 26,05. Les nombres trouvés correspondent à la formule $C^{12}H^5KO^2 + \frac{5}{6}HO$ ou à $4C^{12}H^5KO^2 + C^{12}H^5KO^2 . 2H^2O^2$. J'ai vérifié aussi que la chaleur de dissolution du résidu était bien celle de ce mélange. Ces corps pulvérulents retiennent certainement encore un peu du composé primitif non effleuri, mais déjà les produits analysés sont beaucoup moins hydratés que $C^{12}H^6O^2, MHO^2$, et tendent vers la composition $C^{12}H^5MO^2$.

» Ces résultats contredisent ceux annoncés par Roméi, qui avait obtenu $C^{12}H^6O^2$, KHO^2 par déshydratation du dérivé potassé, sans doute parce qu'il avait arrêté trop tôt la dessiccation.

» Ils établissent que les corps que j'ai décrits sous le nom de *phénates alcalins hydratés* s'effleurissent en passant à l'état de phénols potassé ou sodé $C^{12}H^5MO^2$. Dès lors, il est très probable qu'ils en sont simplement les hydrates, que leurs formules doivent être écrites

$$C^{12}H^5KO^2, \ 2H^2O^2,$$
$$C^{12}H^5NaO^2, 3H^2O^2,$$
$$C^{12}H^5NaO^2, 5H^2O^2,$$

et que ce ne sont pas des combinaisons d'addition de phénol et de bases, contrairement à l'opinion admise.

» Cette conclusion est confirmée encore par l'étude thermique que j'ai faite de ces composés, ainsi que je le montrerai prochainement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les sels acides et sur la constitution des matières colorantes du groupe de la rosaniline.* Note de M. **A. Rosenstiehl**, présentée par M. Friedel.

« 1. Si l'on est aujourd'hui bien fixé sur la constitution des bases du groupe de la rosaniline, il n'en est pas de même des corps que l'on considère comme étant leurs sels, et qui ont acquis, comme matières colorantes, une importance de premier ordre.

» Je rappelle que, d'après les travaux classiques de A.-W. Hofmann, la rosaniline est l'hydrate et la fuchsine le chlorhydrate d'une triamine hypothétique $C^{19}H^{17}Az^3$.

» MM. E. et O. Fischer, après avoir découvert la vraie constitution de la rosaniline, et l'avoir caractérisée comme le triphénylcarbinol triamidé, ont cru devoir conserver l'hypothèse de Hofmann pour la constitution de

la fuchsine, et ils ont établi la relation suivante entre ces deux corps :

$$\underbrace{(C^6H^4.AzH^2)^3}_{\text{Rosaniline.}} = C-OH. \qquad \underbrace{(C^6H^4.AzH^2)^2}_{\text{Fuchsine.}} = C-C^6H^4 \diagdown\diagup AzH.HCl$$ (¹).

» C'est-à-dire qu'après avoir défini le rôle qui revient à l'oxygène dans la molécule de la rosaniline, ils n'ont pas assigné au chlore de la fuchsine une fonction correspondante. Pour eux, il est combiné sous forme d'acide chlorhydrique à l'amine hypothétique de A.-W. Hofmann.

» Le but de cette Note n'est pas de discuter les raisons qui ont fait prévaloir une interprétation qui n'apparaît ni logique, ni simple, mais bien de donner la preuve expérimentale que la fuchsine et ses congénères, au lieu d'être des sels d'amine, sont les éthers d'alcools aromatiques amidés [2].

» 2. Cette manière d'envisager la constitution de la fuchsine et de ses congénères entraîne en effet une conséquence que l'expérience peut vérifier. En comparant les deux formules

$$(1)\ (C^6H^4.AzH^2)^2 = C-C^6H^4 \diagdown\diagup AzH.HCl \qquad \text{et} \qquad (2)\ (C^6H^4.AzH^2)^3 \equiv C-Cl,$$

on voit que la première correspond à une diamine, qui doit pouvoir s'unir à 2 molécules d'acide, tandis que la seconde contient trois fois le groupe AzH^2, et correspond à un corps qui doit pouvoir fixer 3 molécules d'acide.

» On sait que A.-W. Hofmann a préparé et analysé un sel acide de rosaniline qu'il considère comme un trichlorhydrate. Ce fait semblerait trancher la question en faveur de la formule (1).

» Mais, si l'on examine le Mémoire original (*Proceedings of royal Society*, t. XII, p. 8), on constate que l'affirmation de A.-W. Hofmann repose plus sur une interprétation que sur des faits précis; les analyses n'ont d'ailleurs pas été publiées. Dans le sel saturé d'une triamine, il ne pouvait, à son époque, voir qu'un sel triacide.

» 3. Quand on essaie de préparer à l'état de pureté le chlorhydrate acide, à l'exemple de Hofmann, on se rend aisément compte de la nature de la difficulté. Le sel hygrométrique n'abandonne son eau qu'en perdant de l'acide. Cependant l'analyse décèle toujours plus de chlore qu'il n'en faut pour 3 atomes, mais moins que n'en exigerait 1 molécule à 4 atomes de chlore.

» Un seul de ces sels, le bromhydrate du violet de rosaniline hexamé-

---

(¹) *Annalen der Chemie*, t. CXCIV, p. 285.

(²) *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XXXIII, p. 342.

thylée, a pu être obtenu pur, par évaporation de sa solution aqueuse au bain-marie.

» Un corps de cette nature, $C^{20}H^{15}(CH^3)^4Az^3.4HBr^4$, a été obtenu en 1877 par MM. Brunner et Brandenburg (*Berichte d. deut. Chem. Ges.*, t. X, p. 1845). Pour les autres, il a fallu renoncer à la voie humide. Les matières colorantes, à l'état de chlorures ou de bromures, absorbent avec échauffement les gaz chlorhydrique ou bromhydrique secs. Quelquefois il y a fusion, accident qu'il faut éviter en mélangeant le gaz hydracide avec de l'air sec.

» Les matières colorantes augmentent de poids et la quantité d'acide absorbée est bien supérieure à celle qui est nécessaire pour satisfaire aux affinités chimiques.

» Mais on obtient des combinaisons de composition constante en plaçant les matières sursaturées dans le vide, à froid, sur de l'acide sulfurique concentré. Au bout de deux ou trois jours, on constate que le poids ne varie plus. Le même résultat est atteint plus rapidement en exposant ce corps dans un courant d'air froid et sec.

» 4. Ces sels polyacides ne présentent plus l'éclat métallique si caractéristique des matières colorantes dont ils dérivent.

» Ceux de la rosaniline ne se conservent pas; au bout de peu de jours, on constate que l'eau ne les dissout plus sans résidu. Les dérivés méthylés paraissent plus stables.

» La solution aqueuse possède la couleur des matières colorantes primitives. Mais si, au lieu de les dissoudre dans l'eau, on les laisse s'humecter au contact de l'air, et qu'on les étale en couche mince sur une soucoupe blanche, on voit la coloration caractéristique des sels acides : le violet paraît vert. Les sels de fuchsine et de vert malachite sont jaunes.

» 5. *Analyses* [1].

			Calculé pour	
		Trouvé.	4 atomes.	3 atomes.
Chlorhydrate de rosaniline à 19 atomes de C.	Chlore.	32,2	32,7	26,00
Bromhydrate de rosaniline à 19 atomes de C.	Br.....	51,28	52,37	45,20
Chlorhydrate de rosaniline hexaméthylée...	Cl.....	26,47	27,46	22,16
Bromhydrate..........................	Br.....	45,92	45,94	39,14
		Trouvé.	3 atomes.	2 atomes.
Triphénylcarbinol diamidé, tétraméthylé...	»...	»	»	»
Chlorhydrate diamidé tétraméthylé........	Cl.....	23,44	24,34	17,7
Bromhydrate..........................	Br.....	42,77	42,03	32,60

[1] Ces analyses ont été effectuées par M. Haas, l'un de mes préparateurs, que je suis heureux de remercier ici du concours précieux qu'il m'a prêté dans l'exécution de ce travail.

» 6. L'examen des chiffres fournis par l'analyse ne laisse aucun doute sur les conclusions à tirer. Le triphénylcarbinol triamidé, qu'il soit méthylé ou non, produit des sels acides renfermant 4 atomes de brome ou de chlore; et le même carbinol diamidé tétraméthylé, donne naissance à des sels contenant 3 atomes de chlore ou de brome pour 2 atomes d'azote.

» Vis-à-vis des acides, la rosaniline et ses congénères présentent deux fonctions distinctes : une fonction alcool et une fonction amine. L'expérience enseigne que c'est la fonction alcool qui domine, mais modifiée par le voisinage des groupes AzH^2. Le caractère basique se trouve accru. Les propriétés des bases sont comparables à celles des protoxydes métalliques.

» Le fait est que ces éthers amidés subissent les doubles décompositions avec la même facilité que les sels minéraux. Ils sont les intermédiaires entre les bases alcalines et les alcools.

» La fonction amine vient au deuxième rang. Mais, il convient d'insister sur ce point, ce n'est point la rosaniline qui est triamine; cette fonction appartient à son éther. Et, par suite de la présence du radical acide dans la molécule, le caractère amine se trouve diminué et l'on comprend aisément l'instabilité relative de ces sels.

» En résumé, si A.-W. Hoffmann a bien vu les deux séries de combinaisons que les acides forment avec la rosaniline, l'instabilité extrême des sels saturés, d'une part, et une idée préconçue de l'autre, ne lui ont pas permis de reconnaître que le polychlorhydrate de rosaniline renferme 4 atomes de chlore.

» La constatation du fait, que 1 molécule renfermant 3 atomes d'azote peut entrer en réaction avec 4 molécules d'acide, autorise à conclure qu'on est en présence d'une fonction nouvelle, que l'on peut caractériser en disant que les *matières colorantes du groupe rosaniline* sont les *éthers d'alcools aromatiques tertiaires amidés* (1).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Analyse des créosotes officinales; gayacol.* Note de MM. **A. Béhal** et **E. Choay**, présentée par M. Friedel (Extrait).

« Deux produits tendent à prendre une place de plus en plus grande dans la Thérapeutique. L'un est un mélange complèxe de phénols et d'éthers de phénols : la créosote de goudron de bois. L'autre est un composé chimique défini : le gayacol.

(1) Laboratoire de l'usine Poirrier, à Saint-Denis.

» *Créosote.* — Les créosotes sont des mélanges essentiellement variables; il suffit, pour s'en convaincre, de parcourir les travaux des pharmacologistes qui se sont occupés de la question.

» Les pharmacopées, aussi bien françaises qu'étrangères, ne donnent, pour apprécier une créosote, que des caractères physiques ou des réactions de coloration. Or, si ces données suffisent à établir la présence de composés définis dans un tel mélange complexe, elles n'indiquent rien quant à la teneur des créosotes en ces mêmes principes définis.

» Un procédé d'analyse quantitative est d'autant plus nécessaire que l'industrie enlève aujourd'hui aux créosotes la majeure partie de leur gayacol et qu'elle livre pour l'usage médical les créosotes appauvries.

» Voici les principes sur lesquels repose le procédé d'analyse que nous proposons :

» 1° L'acide bromhydrique déméthyle complètement, à la pression ordinaire, dans les conditions que nous indiquons, les éthers méthyliques des phénols;

» 2° Les monophénols sont facilement entraînables par la vapeur d'eau;

» 3° Les polyphénols ne sont pas sensiblement entraînés par la vapeur d'eau;

» 4° L'éther enlève complètement à une solution aqueuse la pyrocatéchine et l'homopyrocatéchine; il enlève également les monophénols;

» 5° Le benzène permet de séparer, à peu près rigoureusement, la pyrocatéchine de l'homopyrocatéchine.

» On a fait passer un courant d'acide bromhydrique dans la créosote en présence d'une certaine quantité d'eau et l'on chauffe; il y a déméthylation des éthers des polyphénols. On distille à la vapeur d'eau, les monophénols passent à la distillation, les diphénols restent dans le résidu. On épuise les deux liquides au moyen de l'éther, l'un de ces épuisements permet d'obtenir les monophénols, l'autre donne les diphénols. On sépare la pyrocatéchine de l'homopyrocatéchine au moyen du benzène.

» Ce procédé s'applique au gayacol.

» *Gayacol.* — Le nombre de travaux faits sur le gayacol est très considérable; malgré cela ce composé est encore mal connu. On lui attribue des points d'ébullition très variables et des densités également variables.

» En effet le gayacol est décrit, à l'heure actuelle, comme un corps liquide, bouillant, tantôt à 207°, tantôt à 205°, tantôt enfin à 200°; c'est cette dernière température qui semble être généralement admise. La den-

sité pour les uns est de 1,046, mais le chiffre donné par M. Hlasiwetz [1], 1,1171 à 13°, semble avoir prévalu.

» Du peu de concordance de ces données, il est résulté que les gayacols du commerce sont des produits essentiellement variables. Les uns bouillent de 200° à 205°, les autres de 205° à 215°, d'autres ont encore des points d'ébullition compris entre des limites plus larges.

» Inutile d'ajouter qu'aucun de ces produits n'est pur; nos analyses prouvent, en effet, que la plupart d'entre eux ne renferment pas 50 pour 100 de gayacol chimiquement défini, le reste étant formé en majeure partie de crésylols et de créosol. En outre, la constance des résultats que nous avons obtenus avec un grand nombre d'échantillons, pris à des sources différentes, semble assigner une même origine à la plupart d'entre eux.

» Pour étudier d'une manière sûre les propriétés du gayacol nous avons préparé ce composé synthétiquement, au moyen de la pyrocatéchine.

» On dissout, en refroidissant dans 600gr d'alcool méthylique, 58gr de sodium. La dissolution se fait rapidement; on ajoute alors 270gr de pyrocatéchine dissoute dans l'alcool méthylique, le mélange se prend rapidement en masse. On chauffe en autoclave à 120°-130° avec un excès d'iodure de méthyle. On laisse refroidir, on distille pour retirer l'alcool, puis on entraîne le résidu par la vapeur d'eau; le gayacol est décanté, puis dissous dans la soude, et la solution sodique, agitée avec de l'éther, pour enlever le vératrol. On met le gayacol en liberté par l'acide chlorhydrique et on l'entraîne de nouveau par la vapeur d'eau, enfin l'on distille dans un tube Le Bel-Henninger.

» Dans ces conditions, il ne passe pas encore à température constante. Si l'on recueille la portion bouillant de 205° à 207° et qu'on la refroidisse au moyen de chlorure de méthyle, le produit cristallise; les cristaux sont du gayacol pur.

» Le gayacol est un corps solide blanc, très bien cristallisé, fusible à 28°,5 et bouillant à 205°,1 (thermomètre vérifié avec la naphtaline).

» Les cristaux sont très durs et formés de prismes à douze pans appartenant au système rhomboédrique. La mesure des angles (angles des normales) a donné constamment 30° environ. De plus, une section du prisme, faite perpendiculaire à l'allongement, a permis de reconnaître en lumière convergente que le cristal était uniaxe. En lumière parallèle, les extinctions sont rigoureusement parallèles à l'allongement du prisme.

» Fondu, le gayacol reste en surfusion pendant un temps indéfini; à 0°,

---

(1) *Liebig's Ann.*, t. CVI, p. 362.

sa densité est de 1,1534; à 15°, elle est de 1,143. Il est soluble dans la plupart des dissolvants organiques. La glycérine anhydre le dissout en grandes proportions; mais il est peu ou point soluble dans la glycérine officinale; celle-ci le dissout à chaud, et le laisse précipiter à l'état huileux par refroidissement. Il est soluble dans l'éther de pétrole et il cristallise très bien par évaporation de ce solvant.

» Le gayacol possède une saveur sucrée; déposé sur la langue, il fond, puis provoque une sensation d'astriction intense, mais n'altère pas la muqueuse. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un appareil de dosage des précipités par une méthode optique.* Note de M. **E. Aglot**, présentée par M. Friedel (Extrait).

« *Principe.* — 1° Un corps étant en dissolution dans un volume de liquide défini, si on le traite par un réactif susceptible de donner lieu à un précipité, il en résulte un trouble ou lactescence dont l'intensité dépend de la quantité dissoute. D'autre part, cette intensité dépend de l'épaisseur de la tranche du liquide nécessaire pour intercepter la vue d'une lumière constante ou d'un objet éclairé par elle. La relation entre les épaisseurs et quantités déterminée pour un corps, il suffira, pour doser ce corps, de mesurer l'épaisseur correspondant à un *quantum* défini, en se plaçant dans les conditions qui ont présidé à l'établissement de la relation.

» 2° Inversement, étant donné un liquide à trouble constant, il y a relation définie entre les épaisseurs de tranche nécessaires pour intercepter la vue de diverses sources lumineuses ou d'objets éclairés par elles, placées à la même distance, et les intensités de ces lumières. D'où, un moyen de mesurer ces intensités. On peut, dans ces conditions, prendre une unité absolue qui serait, par exemple, la lumière hypothétique, dont la vue ou celle d'un objet éclairé par elle serait interceptée par une épaisseur de tranche déterminée d'un liquide choisi, à la distance de un mètre. On conçoit également un moyen de mesure en laissant l'épaisseur de la tranche du liquide type constante et faisant varier les distances.

» *Appareil.* — Un cylindre fermé hermétiquement par une glace à faces planes, surmonté d'une cuvette concentrique de plus grand diamètre, est fermé par un plateau se vissant sur la cuvette; il porte, en son centre, un manchon sur lequel glisse, à frottement doux, un tube évasé à sa partie supérieure et fermé hermétiquement à sa

partie inférieure par une glace plane. Ce tube est mis en mouvement par pignon et crémaillère. Un vernier donne, au $\frac{1}{10}$ de millimètre, la distance entre les deux glaces.

» Une boîte divisée en compartiments pour réactifs et ustensiles contient un compartiment destiné à recevoir la lumière type; elle est munie d'une cheminée, d'une gaine fixée au couvercle pour recevoir l'appareil et fixer sa position; un miroir à 45° renvoie les rayons lumineux sur la lunette.

» *Lumière type de dosage.* — Il y a lieu de distinguer dans une flamme l'intensité de la partie la plus éclairante, que j'appellerai intensité absolue, et l'intensité d'éclairement total. Dans les dosages par précipitation, il n'y a à tenir compte que de la première. Elle peut être considérée comme constante dans la flamme d'un bec à essence de pétrole; l'éclairement total est lui-même sensiblement constant en arasant la mèche à la section libre du bec.

» *Liquide trouble constant pour dosage des intensités lumineuses (photométrie).* — On peut ici choisir et obtenir ce trouble constant par liqueurs titrées ou par pesées.

» *Homogénéité des liquides troubles.* — Cette homogénéité est obtenue et maintenue pendant un temps suffisant par des épaississants tels que gomme, dextrine, glucose, etc., employés avant ou après précipitation, suivant les cas. La disposition verticale de l'appareil, pendant la visée, aide et supplée, dans une certaine mesure, à l'homogénéité de tranches à tranches horizontales.

» *Mode de visée.* — L'appareil contenant le liquide trouble est mis dans sa gaine sur le couvercle de la boîte, on le tient de la main gauche, la main droite saisit le bouton du pignon. En rapprochant les deux glaces suffisamment, on distingue bien la flamme, on les éloigne rapidement, en commençant, et ensuite lentement; on voit alors les formes de la flamme, d'abord bien accusées, se fondre peu à peu et l'on s'arrête quand on ne la distingue plus *du tout;* on n'a plus qu'à lire la division à l'aide du vernier. La fin de l'opération est assez nette pour que le même observateur trouve l'épaisseur cherchée à 1 et 2 dixièmes, au maximum, de millimètre près.

» *Résultats de mes observations.* — La relation entre les épaisseurs et les quantités affecte la forme $xy = c$, la constante c est une caractéristique de la constitution du précipité.

» Quand il y a une cause constante affectant la formation du précipité, telle qu'un entraînement, une légère action dissolvante, etc., la forme devient, tout au moins dans les limites utiles, $y(x + a) = c$.

» Les courbes de relation sont donc des hyperboles équilatères, tout au moins, il faut le répéter, dans les limites utiles.

» On conçoit dès lors combien devient simple la recherche des caractéristiques, et, par suite, l'emploi de la méthode graphique.

» *Équation personnelle.* — Étant données les constantes d'un opérateur, il faut qu'un deuxième tienne compte de son équation personnelle; en dehors des moyens habituels, eu égard à la facilité de constitution de ces constantes, il est plus simple et plus sûr à tout opérateur de déterminer une fois pour toutes ses constantes, au moins pour les corps qu'il est appelé à doser le plus souvent.

» Exemples. — Prenant un sulfate ou chlorure en solution dont on connaît la teneur,

on en introduit d centimètres cubes dans une fiole jaugée de 50^{cc}, par exemple, on traite par les précipitants en excès, on laisse reposer un temps déterminé, s'inspirant en cela des données de la Chimie analytique, on ajoute l'épaississant (dextrine qui empêche notamment le caillebotté du chlorure d'argent), on remplit d'eau distillée ou simplement privée de sulfates ou chlorures. On agite, verse dans l'appareil et vise. Soit y la division lue et x le quantum contenu dans d centimètres cubes, on a $xy = c$. On fait une deuxième opération avec d' centimètre cube pour vérification. Si l'on a bien opéré, on doit trouver sensiblement $xy = x'y'$.

» C'est ainsi qu'il a été opéré pour les sulfates et chlorures des vins, et l'on peut, à l'aide d'une courbe de corrections, s'affranchir de partie des prescriptions indiquées en Chimie analytique, opérer notamment à froid pour les sulfates avec une approximation bien largement suffisante dans la pratique.

» Deuxième exemple. *Tannins.* — Pour avoir un liquide trouble, homogène et toujours le même pour la même teneur, il faut recourir à un artifice : saturer la solution de gélatine de chlorure d'ammonium, pour exciter la précipitation et annihiler l'action des autres substances accompagnant le tannin dans les végétaux, mélanger au moment de l'opération avec un peu de gomme arabique (pour 20^{cc} de gélatine de 4^{gr} à 5^{gr} par litre, on met 5^{cc} environ de solution de gomme arabique à 6° B.), introduire ce mélange dans une fiole de 100^{cc}, porter à l'ébullition et verser 5^{cc}, 4^{cc} et 3^{cc} de solution de tannin pur et sec. Laisser reposer pendant dix minutes à l'air, puis cinq minutes dans l'eau à la température ambiante, compléter avec de l'eau à 100^{cc}, agiter et viser. Avec les trois y résultants de ces opérations et les x correspondants connus, on détermine et vérifie les constantes de l'équation qui est dans ce cas $y(x+a) = c$.

» Opérer de même pour une solution de tannin quelconque dont on détermine la teneur par une seule visée; on en fait une seconde comme vérification, et pour s'assurer que le tannin de la substance considérée se comporte bien vis-à-vis de la gélatine comme le tannin type.

» Si la teneur du tannin s'écartait trop de celle du tannin type, et les résultats de ceux qui ont servi à la détermination de la courbe, on rendrait le dosage plus sûr, en ramenant la solution à une teneur approchée par un mélange en proportions simples avec le tannin type et au besoin de l'eau.

» Troisième exemple. *Résines.* — Je me bornerai à indiquer ici que l'intensité de la lactescence pour une même quantité de résine dissoute dans l'alcool et précipitée par l'eau est fonction de la vitesse d'écoulement d'un volume d'eau déterminé. On diminue la sensibilité des variations en additionnant l'eau de chlorure d'ammonium et l'on rend ainsi pratique le réglage de cette vitesse. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la préexistence du gluten dans le blé.* Note de M. **Balland**.

« L'hypothèse d'après laquelle le gluten n'existerait point tout formé dans le blé, mais résulterait de l'action simultanée de l'eau et d'un fer-

ment spécial, a été soutenue par MM. Weyl et Bischoff [1]. Ces chimistes admettent que toute cause qui empêche la fermentation prévient la formation du gluten : c'est ainsi, disent-ils, que les farines chauffées pendant longtemps à la température de 60°, ou traitées par une solution de sel marin à 15 pour 100, ne donnent plus de gluten. Dans un Mémoire sur les farines, présenté autrefois à l'Académie (*Comptes rendus*, t. XCVII, 1883), j'ai montré qu'il était possible de retirer du gluten dans ces conditions, et même en portant les farines à une température de 100° pendant huit heures.

» Les recherches de M. W. Johannsen [2] l'ont également conduit à rejeter l'hypothèse de MM. Weyl et Bischoff. Toutefois, il ajoute :

» Cependant l'hypothèse d'un ferment est devenue très vraisemblable, par quelques expériences que M. Kjeldahl a eu l'occasion de faire au laboratoire de Carlsberg. Il existe, en effet, une analogie frappante entre l'influence de la température sur l'action des ferments étudiés auparavant par M. Kjeldahl (*Meddelelser fra Carlsberg Laboratorium*, résumé français, t. I, p. 121-186) et sur la préparation du gluten. En opérant à 0°, on n'obtenait pas de gluten; mais, à des températures croissantes, on en obtenait une quantité de plus en plus grande, jusqu'à un maximum de 40°; au-dessus de cette température, la quantité de gluten diminuait de nouveau. Nous donnerons comme exemple la série d'expériences qui suit : des portions de 40gr de farine sont chauffées à diverses températures, on ajoute ensuite à chacune 30gr d'eau chauffée au degré correspondant, et, après une demi-heure de repos à la même température, on lave sur un tamis de crin. Le résultat est indiqué dans le Tableau ci-dessous :

Température	0°	5°	10°	15°	25°	40°	50°	60°	70°
Poids de gluten humide.	0°	6gr	10gr	11gr,5	13gr	15gr,5	11gr,5	7gr	4gr

» J'ai repris en décembre 1890 et, plus récemment, pendant les froids que nous venons de traverser, les expériences de M. Kjeldahl. J'ai pu retirer du gluten de farines maintenues pendant plusieurs jours à − 8°, en faisant les pâtons et en opérant la lévigation avec de l'eau à + 2°. J'en ai également retiré de pâtons faits avec de l'eau à 75° et lavés à la main avec de l'eau à 52° (maintenue à cette température dans un entonnoir métallique à robinet, convenablement chauffé); un de mes aides, plus en-

(1) *Sur le gluten* (*Bulletin de la Société chimique de Paris*, 1880).

(2) W. Johannsen, *Sur le gluten et sa présence dans le grain de blé* (*Résumé du Compte rendu des travaux du laboratoire de Carlsberg*, 2e vol., 5e liv.; 1888).

durant, a pu aussi en retirer avec de l'eau à 60°. C'est ainsi qu'une même farine a donné

27,0^{gr}	pour 100 de gluten humide		à..............	+2°
27,6	—	—	à..............	+15
et 30,0	—	—	à..............	+60

» Dans ce dernier cas, le gluten est très mou; il est, au contraire, très ferme dans le premier cas.

» Voici qui paraîtra encore plus décisif, étant donnée l'action connue de l'acide sulfureux sur les ferments. Il s'agit de farines laissées dans un local soumis pendant trente-six heures à l'action désinfectante de l'acide sulfureux, obtenu par la combustion du soufre à raison de 60^{gr} par mètre cube. Il n'est pas possible de retirer du gluten de ces farines par les moyens habituels, mais si l'on fait les pâtons avec de l'eau salée, on peut l'isoler facilement. On atteint le même but, en mêlant la farine sulfurée avec un poids déterminé de gluten humide, bien lavé, provenant d'une farine ordinaire et en ajoutant assez d'eau pour faire un pâton convenable; la lévigation donne, en plus du gluten ajouté, tout le gluten de la farine sulfurée.

» *Le gluten préexiste dans le blé.* »

ZOOLOGIE. — *L'évolution des grégarines intestinales des vers marins.* Note de M. **Louis Léger**.

« On a jusqu'ici considéré comme des *Monocystidées* les grégarines à un seul segment que l'on rencontre très fréquemment, vivant librement dans le tube digestif d'un grand nombre d'annélides.

» L'étude du développement du *Doliocystis nereidis*, parasite de l'intestin des *Nereis cultrifera*, et du *Doliocystis polydoræ* de l'intestin de la *Polydora Agassizi*, montre que ces grégarines sont en réalité des *Dicystidées*, présentant, dans leur extrême jeunesse, la phase intra-cellulaire, suivie d'une phase de bourgeonnement qui donne naissance à la grégarine proprement dite. Pendant la phase de bourgeonnement, la grégarine présente toujours deux segments : le segment intra-cellulaire ou *épimérite*, et le segment extra-cellulaire dans lequel s'est porté le noyau. C'est donc seulement à ce moment que la grégarine se montre comme une véritable

dicystidée; mais cet état ne persiste pas longtemps : de très bonne heure, les jeunes individus abandonnent leur *épimérite* et deviennent libres dans l'intestin, présentant alors toutes les apparences de véritables *Monocystis,* avec lesquels ils ont été confondus jusqu'à présent.

» Pour étudier le développement du *Doliocystis nereidis,* il faut examiner, avec beaucoup de soin, des dissociations de la tunique épithéliale du tube digestif des *Nereis,* surtout dans son tiers antérieur. On rencontrera alors des individus excessivement jeunes et encore à la phase coccidienne, c'est-à-dire à l'état de simple masse nucléée, sphérique, située entre le noyau de la cellule et le plateau. Dans les états qui suivent, la coccidie primitive a bourgeonné un segment, qui se fait jour dans la lumière du tube digestif et qui est destiné à former la grégarine proprement dite. Enfin, à une phase encore plus avancée, la grégarine est définitivement constituée : le bourgeon extra-cellulaire a grossi considérablement et une couche de fibrilles musculoïdes transversales s'est déjà différenciée, tandis que, au contraire, la portion intra-cellulaire est réduite à l'état d'un simple petit bouton (*épimérite*). De tels états se rencontrent assez souvent dans la préparation et l'on peut même voir des individus libres dont l'épimérite est encore coiffé de la cellule épithéliale flétrie; c'est la phase de *céphalin,* qui se termine bientôt par la chute de l'*épimérite,* pour faire place à la phase de *sporadin*. La grégarine est désormais libre dans l'intestin, sous la forme d'un *Monocystis* ovoïde ou allongé, plus ou moins atténué en pointe à l'un des pôles.

» Le développement du *Doliocystis polydoræ,* espèce nouvelle que j'ai rencontrée dans le golfe de Marseille, s'effectue exactement de la même façon; seulement l'*épimérite* acquiert un plus grand développement que dans l'espèce précédente; de plus, il reste longtemps persistant, ce qui fait que l'on rencontre communément les *céphalins* de cette espèce. Cet *épimérite* a la forme d'un tronc de cône à petite base inférieure et il se continue directement avec l'extrémité antérieure du second segment, allongée en forme de col. Au moment de la chute de l'*épimérite,* qui s'observe facilement sous le microscope, il se produit une large blessure par laquelle s'écoulent des granulations de l'*entocyte;* mais la plaie se cicatrise promptement et la grégarine ne présente bientôt plus traces de son premier segment : elle est passée à l'état de *Monocystis*.

» Le développement de ces deux espèces est ainsi identique à celui du genre *Schneideria,* que l'on peut considérer à juste titre comme le type le plus parfait des grégarines *dicystidées*. La seule différence consiste en ce

que l'*épimérite* reste toujours très simple, rudimentaire chez les *Doliocystis*, tandis que chez les *Schneideria* il atteint un certain degré de complication. D'ailleurs, il est intéressant de remarquer que, d'une façon générale, les *épimérites* des grégarines marines ne présentent jamais un degré de différenciation aussi élevé que ceux de la plupart des grégarines terrestres; ils appartiennent tous, au moins dans les espèces que j'ai étudiées jusqu'ici, au groupe des *épimérites réguliers simples*.

» A la phase libre, succèdent chez les *Doliocystis* l'enkystement et la sporulation, qui se font normalement comme chez les autres *Polycystidées*. Les kystes du *Doliocystis Nereidis,* que j'ai réussi à cultiver malgré leur extrême petitesse, donnent à la maturité, et par simple rupture, des spores corpusculées ovalaires, mesurant 7^{μ} (grand axe) sur 5^{μ} (petit axe). Elles présentent un notable épaississement de la paroi à l'un des pôles, caractère fort important, à mon avis, car il est encore commun aux spores du genre *Schneideria*.

» On voit ainsi que les grégarines à un seul segment du tube digestif des vers marins présentent le même mode de développement et la même forme de spores que les *Dicystidées* typiques; c'est donc dans ce groupe qu'il faudra les placer désormais, et il est nécessaire de les distinguer dès maintenant des *Monocystis proprement dits,* dont le développement est tout à fait différent et qui d'ailleurs habitent presque exclusivement la cavité générale.

» Conservant le nom générique de *Monocystis* pour ces derniers, je propose de réunir les premiers, c'est-à-dire les *pseudo-monocystis* du tube digestif des vers, sous le nom générique commun de *Doliocystis;* quant à leur nom spécifique, il sera tout indiqué par le nom de l'hôte qui les héberge. On aura *Doliocystis Nereidis* pour la grégarine des *Nereis, Doliocystis polydoræ* pour celle des *Polydora,* etc.

» Ainsi cessera la confusion résultant de la réunion, sous un même nom, de genres essentiellement distincts et le groupe des *Dicystidées* comprendra dès lors deux genres importants :

» 1° Le genre *Schneideria*, propre au tube digestif des arthropodes terrestres;

» 2° Le genre *Doliocystis*, propre au tube digestif des vers marins. »

ZOOLOGIE. — *Origine et multiplication de l'*Ephestia Kuehniella *(Zeller)* (1) *dans les moulins en France*. Note de M. **J. Danysz.**

« Zeller et après lui tous les auteurs européens qui se sont occupés jusqu'à présent de cette question ont admis que l'*Ephestia* a été importée en Europe avec les blés et les farines américaines; mais comme cette opinion n'a été appuyée par aucune preuve précise, nous nous sommes adressé à des praticiens qui ont eu à souffrir des invasions de ce parasite et qui seuls pouvaient nous fournir des renseignements exacts, en ce qui concerne l'époque de son apparition en France ou en Europe.

» Nous avons appris ainsi qu'en 1872, c'est-à-dire bien avant qu'on ait commencé à importer des farines américaines, les grands moulins à vapeur *Stenia* situés à Constantinople et dirigés à cette époque par M. Descourty ont été envahis par l'*Ephestia*.

» M. Pecquart, négociant en graines et en farines de Paris, nous a affirmé qu'il connaît le *papillon gris* depuis 1840, donc aussi antérieurement à l'importation en France des céréales de provenance étrangère.

» M. A. Vaury, fabricant de biscuits pour la troupe, connaît la chenille (*Ephestia Kuehniella* et *Elutella*) qui ronge et détériore ces produits depuis au moins 1865.

» Enfin, tous les meuniers dont nous avons pu visiter les usines nous ont appris que l'*Ephestia* a toujours existé dans leurs moulins, mais que le développement de ce parasite n'a pris les proportions qu'on lui connaît aujourd'hui qu'à partir de l'année 1880.

» Il est donc certain que, si l'*Ephestia* n'a été connue des entomologistes que depuis 1879, cela ne prouve nullement qu'elle n'a pas existé antérieurement dans les pays où l'on constate sa présence aujourd'hui, et que l'intensité de son développement depuis une quinzaine d'années est due à d'autres causes qu'à l'importation des produits étrangers.

» La durée de l'évolution de l'*Ephestia* est très différente suivant qu'on l'observe dans les magasins ou dans les moulins.

» Dans les magasins, généralement non chauffés pendant l'hiver, il y a une éclosion des papillons en mai et en juin, et une autre vers la fin de l'automne, en tout deux générations successives par an.

---

(1) *Stettiner entomologische Zeitung*, t. LXXI, p. 466; 1879.

» Dans les moulins, on trouve, à toutes les époques de l'année, à la fois des papillons, des œufs, des larves et des chrysalides. Les éclosions se font d'une façon ininterrompue pendant toute l'année. L'explication de ce fait est assez facile à trouver.

» Par suite du frottement des produits broyés et des machines en marche, il règne, dans le bâtiment tout entier, une température toujours très sensiblement supérieure à celle de l'extérieur. En plus, cette température varie beaucoup suivant le genre de travail effectué dans les différents compartiments de l'usine.

» Ainsi, dans le voisinage immédiat des meules ou des appareils de broyage d'un tout autre système, il règne constamment une chaleur d'environ 30°. Cette température s'abaisse un peu dans les conduits des élévateurs et dans les bluteries, monte de nouveau par suite du passage des gruaux et des semoules dans les convertisseurs, pour s'abaisser encore dans les rateaux mélangeurs et dans les chambres à farine, sans jamais descendre au-dessous de 12° à 15°. Dans la partie affectée au nettoyage du blé, il fait toujours un peu moins chaud que dans celle où l'on fait de la mouture proprement dite; enfin, dans les magasins, elle s'approche de la normale. L'*Ephestia* se trouve donc dans des conditions de température très différentes, suivant qu'elle vit dans l'une ou l'autre de ces parties du moulin, et il était intéressant de voir quelle est l'influence de la température sur la durée des métamorphoses de l'*Ephestia*. Dans ce but, nous avons entrepris la série d'expériences suivantes :

» Le 18 octobre, nous avons enfermé dans trois séries des bocaux n°s 1, 2 et 3 un certain nombre de papillons pris au moment de l'accouplement.

» Les bocaux n° 1 furent placés sur un balcon découvert, c'est-à-dire exposés à la température extérieure.

» Les bocaux n° 2, dans une pièce non chauffée.

» Les bocaux n° 3, dans une pièce à température constante de 20° à 25°.

» *Bocaux n°* 1. — Température : du 18 au 31 octobre, le plus souvent voisine de 0° et n'a jamais dépassé + 4°; en novembre, température moyenne + 6°, en décembre, première quinzaine + 2°, deuxième quinzaine 0°; en janvier, première quinzaine — 5°, deuxième quinzaine + 6°. (Nous ne croyons intéressant d'indiquer ici que les moyennes des plus basses températures de la nuit).

» Le 30 janvier 1893, les œufs pondus en petit nombre ne sont pas encore éclos.

» *Bocaux n°* 2. — Température en moyenne de 5° inférieure à celle de l'extérieur.

» Les papillons ont vécu jusqu'au 2 novembre. Le 23 novembre apparition des premières larves. Le 30 janvier 1893, aucune larve n'est encore transformée en chrysalide.

» *Bocaux n°* 3. — Température constante de + 20° à 25°.

» Le 5 novembre, mort du dernier papillon. Le 19 novembre, apparition des premières larves. Le 13 décembre, formation des cocons. Le 27 décembre, éclosion des papillons.

» L'*Ephestia* dépose en moyenne 300 œufs à chaque ponte.

» Cette série d'observations nous montre que l'incubation des œufs exposés à une température inférieure à 6° dure plus de trois mois et demi; qu'à une température inférieure à 10°, le développement des larves dure plus de deux mois, et enfin qu'à une température constante de 20° à 25° la durée de l'évolution complète n'est que de deux mois et neuf jours.

» Dans certaines parties du moulin, il peut donc se produire 5 à 6 générations; dans d'autres, 2, 3 ou 4 générations successives par an.

» Or une multiplication aussi rapide n'est possible que dans les moulins modernes, transformés depuis 1881, qui se servent généralement de la vapeur comme force motrice, sont le plus souvent à marche automatique et ne s'arrêtent jamais, tandis que les anciens moulins, d'une construction très simple et mus par la force hydraulique, étaient obligés d'arrêter le travail pendant une partie de l'hiver. Il s'ensuivait nécessairement un abaissement de température suffisant, dans tous les appareils, pour arrêter en même temps le développement de l'insecte.

» D'autre part, les facilités des transports, chaque jour plus considérables, rendent les invasions plus fréquentes et plus générales.

» En résumé, nos recherches nous autorisent à conclure que l'*Ephestia*, qui vit aujourd'hui dans tous les pays, était toujours une espèce cosmopolite, et qu'on ne doit attribuer l'importance actuelle de son développement qu'à l'intensité du travail, beaucoup plus grande qu'autrefois, de l'industrie moderne, ainsi qu'à l'extension toujours croissante des relations commerciales.

» En effet, dans le milieu extrêmement favorable qui lui a été créé par l'installation compliquée et le travail continu des moulins modernes, l'*Ephestia* peut avoir jusqu'à six générations consécutives par an, tandis que, dans les anciennes usines, obligées de s'arrêter de temps à autre, le nombre de ces générations ne pouvait dépasser trois ou quatre au plus. »

BOTANIQUE. — *Sur les périthèces de l'*Uncinula spiralis *en France et l'identification de l'*Oïdium *américain et de l'*Oïdium *européen*. Note de M. G. **Couderc**, présentée par M. Duchartre.

« Depuis son apparition en Europe, en 1845, les conidiophores sont les seules formes de reproduction qui aient été signalées pour l'*Oïdium* de la Vigne, *Erysiphe Tuckeri*. Les fruits à asques ou périthèces n'avaient jamais été observés; de là incertitude sur sa classification.

» En 1875, M. de Bary a émis l'hypothèse que l'*Oidium* n'était autre chose que l'*Uncinula spiralis* de l'Amérique du Nord, importé en Europe et ayant perdu, par le changement de milieu, la faculté de se reproduire par fruits ascosporés. Cette hypothèse a été reprise en 1887 par M. P. Viala, qui constata en Amérique l'entière similitude des caractères extérieurs des maladies causées en Europe par l'*Erysiphe Tuckeri*, et en Amérique par l'*Uncinula spiralis*, aussi bien que celle des mycelium et des conidiophores. L'identité des deux *Oïdium* n'est cependant pas généralement admise, surtout en Angleterre et en Amérique. La découverte que j'ai faite, en novembre 1892, des périthèces de l'*Erysiphe Tuckeri* établit définitivement cette identité.

» Un cep de Vigne, cultivé en serre froide à Aubenas (Ardèche) et nourrissant de l'*Oïdium*, s'est en effet couvert, fin novembre, de périthèces. Ces périthèces, en relation directe avec le mycelium de l'*Erysiphe Tuckeri*, ont les caractères spécifiques de l'*Uncinula spiralis* : même coloration, même forme, mêmes dimensions des périthèces, des asques et des sporidies; poils ou fulcres en tout point semblables. De ce fait, on doit conclure à l'identité de l'*Erysiphe Tuckeri* et de l'*Uncinula spiralis*. Cependant, vu la similitude des organes végétatifs et des conidiophores des deux *Oïdium* supposés différents, on pourrait objecter l'introduction accidentelle dans cette serre de l'*Oïdium* américain. Pour savoir si cette hypothèse devait être écartée, j'ai fait des recherches qui m'ont amené à découvrir, en des lieux fort éloignés et en plein air, des périthèces d'*Oidium*, peu nombreux, il est vrai, et souvent arrêtés à divers états de développement, mais *identiques aux précédents* par tous leurs caractères spécifiques. On les trouve sur des portions de pampres ayant végété tard et abrités contre des murs ou par des arbres. J'en ai constaté d'abord autour d'Aubenas, puis à Montélimar et à Valence (Drôme); enfin à Rueil (près Paris), dans les anciens jardins du parc de la Malmaison et chez M. Ferdet, entrepreneur.

» Les points rares et limités des sarments couverts de taches d'*Oïdium*, où l'on trouve des périthèces, se distinguent par leur aspect blanc, grossièrement farineux ou laineux, aspect dû à la condensation du mycelium concomitant de la formation des périthèces. La preuve que la présence de périthèces en ces points est due seulement à un ensemble plus favorable de circonstances est que, sur la plupart des taches ordinaires d'*Oïdium*, on trouve des filaments plus ou moins nombreux de mycelium ainsi condensé qui témoignent d'une tendance générale à la formation de fruits ascosporés à la fin de l'automne.

» Pourquoi s'est-il formé cette année des périthèces, alors qu'on n'en avait pas observé jusqu'ici? On peut remarquer que les conditions atmosphériques se sont rapprochées cette année des variations extrêmes de température communes dans l'Amérique du Nord : 1° l'été a été exceptionnellement chaud; 2° il s'est produit dans l'Ardèche et presque partout en France, du 19 au 25 octobre, un abaissement de température avec minima de 0° à — 2°,6 et maxima de 9° à 11°, suivi d'une période chaude de trente jours, avec minima de 4° à 13° et maxima de 17° à 24° (observations de l'École normale de Privas). C'est à la période chaude qui a suivi le refroidissement que se rapporte l'âge des périthèces d'*Oïdium* observés dans l'Ardèche et près de Paris. Il ont été trouvés seulement jusqu'ici sur pampres non aoûtés au moment de la gelée d'octobre, mais qui, en ayant été préservés par des abris, ont été ainsi soumis à un abaissement de température voisin seulement de 0°, et ont pu ensuite végéter pendant la période de chaleur qui a suivi.

» Des observations précédentes, il résulte la certitude acquise de l'identité de l'*Erysiphe Tuckeri* et de l'*Uncinula spiralis*. Cette identification, outre l'intérêt qu'elle présente au point de vue systématique, a de l'importance au point de vue viticole, puisqu'elle établit que l'*Oïdium* américain est le même que l'*Oïdium* européen et que nous n'avons pas à craindre pour nos vignobles l'importation d'Amérique d'une maladie nouvelle. »

BOTANIQUE. — *Recherches histologiques sur les Urédinées*. Note de MM. **P.-A. Dangeard** et **Sapin-Trouffy**, présentée par M. Duchartre [1].

« La famille des Urédinées, qui comprend un grand nombre d'espèces parasites sur des plantes cultivées, offre un vaste sujet d'étude : on peut

---

[1] Travail du laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Poitiers.

espérer d'y saisir et d'y fixer les rapports étroits qui s'établissent entre le Champignon et son hôte; les recherches expérimentales ayant appris que la même espèce peut vivre sur deux plantes différentes, il sera intéressant de rechercher dans quelles limites la structure propre du parasite est influencée par le changement de milieu, et, si elle ne l'est pas, nous aurons là un moyen rapide de vérifier le résultat de ces recherches expérimentales. La pathologie végétale ne peut manquer tôt ou tard de profiter des résultats obtenus dans cette voie.

» Nous examinerons successivement, dans cette Note, la structure intime du mycelium et celle des divers appareils de fructification.

» Les noyaux nous ont présenté dans le mycelium une structure identique chez toutes les espèces étudiées : on y remarque tout d'abord l'absence de nucléole, ce qui permet de les distinguer des noyaux des Saprolégniées par exemple (¹); ils sont constitués par un hyaloplasme qui renferme de petites granulations de chromatine; ces granulations peuvent être régulières, très petites et très nombreuses ou plus grosses et irrégulières; ces noyaux (2^{μ} — 3^{μ}) sont globuleux à l'état de repos; ils sont allongés, étirés dans les filaments en voie de croissance; dans ce dernier cas, ils sont plongés dans un protoplasma dense, granuleux, et ils se multiplient par division directe. Le protoplasma chemine dans la plante attaquée en formant derrière lui des cloisons; si l'on considère en particulier l'*Uromyces Rumicis*, il est facile de constater que la cellule terminale renferme de trois à six noyaux, et que les autres cellules sont également plurinucléées. Bien qu'il soit souvent difficile de préciser pour chaque cellule le nombre exact des noyaux, nous pouvons affirmer que, d'une manière générale, le nombre des noyaux pour chaque cellule chez les Urédinées est rarement inférieur à deux, et que ce nombre est souvent dépassé; c'est donc par erreur que M. Vuillemin a admis tout récemment que « le mycelium des Urédinées est formé de » cellules typiques, l'espace compris entre deux cloisons consécutives renfermant un » seul noyau bien différencié » (²).

» Nous pouvons ajouter que l'on considère à tort également les Urédinées comme étant, à peu d'exceptions près, dépourvues de suçoirs; en réalité, ils existent aussi nets et aussi développés que chez les Péronosporées : ils ont de deux à six noyaux et nous indiquerons bientôt leurs diverses formes et les remarquables relations qui s'établissent entre eux et le noyau des cellules de la plante hospitalière. Ces premiers résultats ont été vérifiés sur de nombreuses espèces appartenant aux genres *Uromyces*, *Puccinia*, *Coleosporium*, *Phragmidium*, *Gymnosporangium* et *Triphragmium*.

» Examinons maintenant les divers appareils de fructification : *spermogonies*, *écidies*, *urédospores*, *téleutospores*.

» Les *spermogonies* montrent de nombreux noyaux, soit dans le feutrage mycélien

---

(¹) P.-A. DANGEARD, *Recherches histologiques sur les Champignons* (*Le Botaniste*, 2ᵉ série, p. 100-124).

(²) P. VUILLEMIN, *Comptes rendus*, nº 21; 1892.

qui les délimite, soit dans les filaments qui rayonnent vers le centre de la bouteille et qui portent les spermaties : dans ces filaments, les noyaux sont allongés suivant l'axe; chaque spore qui s'isole par étranglement n'emporte qu'un noyau; nous avons pu nous assurer que ce noyau possède la stucture ordinaire ; il est entouré par une zone étroite de protoplasma incolore (*Uromyces Pisi, Puccinia Caricis, P. Graminis,* etc.).

» L'étude des *écidies* n'est pas sans offrir de grandes difficultés, si l'on veut se rendre compte du rôle des noyaux dans la formation des spores. Nous constaterons tout d'abord que le *pseudoperidium* n'est pas entièrement dépourvu d'activité comme on l'admet. Chacune de ses cellules renferme deux noyaux isolés ou accolés, reliés à la paroi par des traînées de protoplasma granuleux; ces noyaux très tard seulement perdent peu à peu leur chromatine et se réduisent à un globule à contours indécis, placé contre la paroi. Quant aux spores, elles se détachent successivement au sommet renflé de filaments mycéliens groupés dans la corbeille et qui sont des basides; chacune des basides ne montre que deux noyaux placés au milieu d'un protoplasma abondant qui se colore par l'hématoxyline; ces deux noyaux sont gros, très denses et se divisent. Au moment de la bipartition, les deux noyaux sont disposés parallèlement suivant l'axe de la baside; à la suite de la division, une spore s'isole par une cloison, emportant les deux noyaux supérieurs; il se forme ainsi successivement une certaine quantité de spores à l'extrémité d'une même baside et elles restent longtemps réunies en chapelet mélangées à des cellules stériles intercalées, très réduites; toutes ces spores possèdent deux noyaux accolés ou isolés, sans rapport de position déterminé; ils nous ont quelquefois montré, sous la couche superficielle qui renferme les granules de chromatine, un petit globule oléagineux que nous avons retrouvé jusque dans la baside (*Puccinia Caricis, P. Graminis, P. Poarum, Uromyces Pisi,* etc.).

» Les *urédospores* se développent sur un stroma mycélien perpendiculairement à la surface des feuilles; ils ont la forme de poils dans lesquels une cloison médiane établit la séparation entre la spore et son pédicelle. Les urédospores renferment deux noyaux qui peuvent atteindre un diamètre de 5^{μ} avec une structure normale; ces noyaux sont suspendus au centre de la téleutospore et ils sont reliés par des traînées de protoplasma à la couche pariétale. Le pédicelle qui supporte l'urédospore est aussi pourvu de deux noyaux; ces derniers restent visibles après la chute de la spore (*Phragmidium, Puccinia, Uromyces, Coleosporium*). Les paraphyses souvent très longues ne renferment que deux noyaux. Nous avons rencontré quatre noyaux dans l'urédospore d'*Uromyces Betæ;* le nombre des noyaux est sans aucun doute en relation avec celui des filaments germinatifs; par exception, les fructifications peuvent se former à l'intérieur de la plante hospitalière (*Puccinia Porri*).

» La formation des *téleutospores* débute comme celle des urédospores et, lorsqu'elles sont unicellulaires, comme chez les *Uromyces,* il est impossible de les distinguer les unes des autres au début : le renflement et le pied possèdent chacun deux noyaux; dans les téleutospores bicellulaires des *Puccinia,* une cloison médiane isole chacun de ces noyaux qui se divisent ensuite par division indirecte (*Puccinia Buxi*). Dans les téleutospores à trois cellules des *Triphragmium,* le renflement présente trois noyaux qui se divisent, donnant ainsi deux noyaux par cellule.

» Cette étude nous a conduit à d'autres résultats, que nous comptons exposer ultérieurement. »

GÉOLOGIE. — *Nouvelles observations géologiques dans les Alpes françaises.* Note de M. **W. Kilian**, présentée par M. Fouqué.

« De récentes explorations [1] dans les grands massifs des Alpes du Dauphiné et de la Savoie nous ont permis d'observer quelques faits nouveaux dont voici les plus importants :

» Terrains sédimentaires. — 1° Près du lac des Neuf Couleurs (Hautes-Alpes) situé au sud-est de Vars et au nord-est de Saint-Paul-sur-Ubaye, au pied de la Grande Mortice, les calcaires amygdalaires roses du jurassique supérieur (calc. de Guillestre) à *Duvalia* sont séparés des brèches liasiques (brèche du Télégraphe) par une assise de calcaires schisteux, noirâtres, très fossilifères, qui représente, avec les *calcaires à Entroques* qui occupent, au Grand Galibier, une position stratigraphique semblable, un facies littoral du *dogger alpin,* non encore constaté dans notre pays. On y remarque, lorsque les neiges ont suffisamment fondu pour que l'on puisse l'étudier, au nord du lac, les bancs désagrégés que domine un petit abrupt de jurassique supérieur :

Ceromya sp.
Ostrea cf. costata Sow. (abondant ici comme dans les couches à *Mytilus* des Alpes vaudoises).
Terebratula (groupe des *biplicatæ*).
Rhynchonella sp. (voisin de *Rh. concinna*).
Rhabdocidaris sp. (Radioles).
Crimoïdes (nombreux).

» 2° Nous avons découvert au col Lombard (pied ouest des Aiguilles d'Arves), sur le bord occidental du grand synclinal nummulitique, des schistes noirs à nodules calcaires renfermant des fossiles d'une conservation très satisfaisante et d'un âge incontestablement *oxfordien ;* ce sont entre autres :

Phylloceras Zignoi d'Orb. sp.
Phylloceras tortisulcatum d'Orb. sp. (parfaitement conservé).
Perisphinctes subtilis Neum.
Perisphinctes divers.
Harpoceras punctatum, Stahl.
Oppelia oculata, d'Orb. sp.

---

[1] Exécutées pour le compte du Service de la Carte géologique détaillée de la France (Ministère des Travaux publics).

» L'oxfordien n'avait point été, jusqu'à ce jour, signalé dans les chaînes alpines proprement dites. On voit qu'il possède ici la même nature et la même faune que dans les régions subalpines du Diois et du Grésivaudan.

» 3° De nouvelles recherches nous ont permis de reconnaître un assez grand nombre d'affleurements des calcaires rouges à *Duvalia* et *Aptychus punctatus* (tithonique) signalés par nous en 1891 au Grand-Galibier. Formant des noyaux synclinaux très étirés et souvent de véritables *coins* dans les calcaires du lias et du trias (paroi rocheuse à l'est de la Mandette, prés le Lautaret), ils s'alignent suivant une synclinale à peu près nord-sud; on peut les étudier au lac de la Ponsonnière et dans le massif de Montbrison à l'est de Ville-Vallouise où M. Pons, élève de la Faculté des Sciences de Grenoble, a découvert un gisement fossilifère de cette assise. On les retrouve, plus au sud de la Roche, à Saint-Crépin, Guillestre, etc. En reliant ces nombreux lambeaux, on obtient une bande qui s'étend de la Savoie (Grand-Galibier) aux Basses-Alpes, parallèlement au synclinal nummulitique des Aiguilles d'Arves et à son prolongement par Vallouise et Guillestre.

» Si l'on rapproche ces nouvelles données de celles que l'on possède déjà sur le lias (¹), le dogger et le jurassique supérieur des chaînes situées à l'est de la zone cristalline Pelvoux-Belledonne (*voir* Notes sur l'histoire et la structure des Chaînes alpines, etc., par W. Kilian, *Bull. Soc. géol. de France*, 3ᵉ série, t. XIX, 1891), on est autorisé à penser que la série jurassique est *entièrement* représentée dans la plus grande partie de la *zône du Briançonnais*. Des recherches ultérieures amèneront sans doute la découverte de nouveaux horizons fossilifères; ils permettront de suivre plus aisément et de préciser les *transgressions* très réelles qui s'observent en certains points (Castellet-sur-Ubaye; pied N. du pic Termier, près le Galibier) de cette zône dans laquelle dominent, pour différents termes du jurassique, les dépôts *bréchiformes*, indices d'un littoral peu éloigné (*facies briançonnais* de M. Haug.)

» Roche éruptive. — Non loin du mont Thabor et sur le glacier de Valmeinier, les grès houillers à empreintes végétales sont traversés par une roche éruptive verte, formant un dyke très net. Fort analogue aux *orthophyres* du massif des Grandes-Rousses que vient de décrire M. Ter-

(¹) Le toarcien notamment (*Harp. striatulum*) se trouve remarquablement développé ainsi que le bajocien (Couches à nombreux *Harp. Murchisoni* et assise à *Coeloceras subcoronatum*) au voisinage du col Lombard, ainsi que nous avons pu nous en assurer *de visu*.

mier, cette roche n'avait point été signalée par les géologues qui se sont occupés du Thabor. Son âge se trouve fixé au houiller tout à fait supérieur, par sa présence, en fragments roulés, dans des conglomérats quartzeux (verrucano) qui, séparant les grès houillers des quartzites du trias le plus ancien, représentent, sur le flanc ouest du mont Thabor, le terrain permien (1). »

M. G. **Davidson** adresse une Note relative à ses travaux géodésiques en Californie.

M. **Ch.-V. Zenger** adresse une Note relative au grand verglas du 13 janvier 1893, en Bohême, et à divers autres phénomènes météorologiques.

M. **Alf. Basin** adresse une Note « Sur l'éclairage en mer de la route des paquebots ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

ERRATA.

État de l'Académie au 1er janvier 1893 :

C'est par erreur que les noms de M. H. von Helmholtz et de M. van Beneden, élus Associés étrangers dans le courant de l'année 1892, ont été conservés sur les listes des Correspondants de l'Académie. A la page 10, dans la liste des Correspondants pour la Section de Physique générale, *supprimer la première ligne*. A la page 11, dans la liste des Correspondants pour la Section d'Anatomie et de Zoologie, *supprimer la première ligne*.

---

(1) M. A. Michel-Lévy, Directeur du Service de la Carte géologique de France, a bien voulu, par un examen microscopique de la roche du Thabor, appuyer de sa haute autorité notre première détermination. Voici le résultat de son étude :

Roche malheureusement très décomposée. On y reconnaît :

I. Grands cristaux d'amphibole, de sphène, d'orthose et d'oligoclase.

II. Magma : orthose et quartz.

III. Éléments secondaires : quartz, épidote, zoïsite, sphène.

Il y a aussi du mica noir en grands cristaux. C'est un orthophyre ou une microgranulite très basique. J'opine plutôt pour un *orthophyre*.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 FÉVRIER 1893.

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. le colonel *Bassot*, dans la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu M. le vice-amiral *Jurien de la Gravière*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Bassot** prend place parmi ses Confrères.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les variations dans l'intensité de la gravité terrestre*. Note de M. D'ABBADIE.

« Commencées en l'an 1837 à Olinda (Brésil), mes observations sur la direction de la gravité ont amené à mettre aussi en doute la constance de son intensité, car tous les savants d'alors admettaient tacitement l'invariabilité de ces deux phénomènes, sans toutefois la proclamer expressément. Les astronomes, en effet, n'envisageaient la gravité que dans l'attraction exercée d'un astre à l'autre. Ils n'avaient pas besoin de comparer cette force cosmique aux forces moléculaires qui gouvernent la cohésion et l'élasticité des corps. C'est à celles-ci que je demandai d'abord une preuve de la constance présumée dans l'intensité de la gravité. Au retour de mes treize années de voyage, j'essayai divers appareils et m'arrêtai à la mesure des temps de chute d'un corps, d'abord au moyen d'un chronomètre, ensuite plus exactement par les vibrations d'un diapason. Je reconnus bientôt ces irrégularités que M. Mascart vient de vous signaler et j'expliquai par elles l'anomalie constatée par lui, en 1882, à Drontheim, en Norwège, dans ce premier voyage qu'on ait entrepris pour mesurer effectivement et sans pendule la variation de la gravité due au changement de latitude.

» J'ai parlé de mes résultats à quelques-uns de nos Confrères ainsi qu'au Bureau des Longitudes, notamment dans sa séance du 5 juin 1889. Le mot *baromètre* signifie *mesure de pesanteur;* comme le terme *brithomètre* a le même sens, je l'emploie pour le baromètre fermé décrit par M. Mascart, sous le nom de *baromètre à gravité*. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation du carbone sous une forte pression;* par M. HENRI MOISSAN.

« Les différentes variétés de carbone peuvent se rapporter à trois types principaux : le diamant, le graphite et le carbone amorphe. Ayant entrepris depuis plusieurs années une étude d'ensemble des propriétés et des conditions de formation de ces différentes variétés, je présenterai aujourd'hui à l'Académie la préparation des carbones de grande densité.

» Cette recherche a débuté par des études analytiques que je donnerai ultérieurement et qui m'ont permis d'établir :

» 1° La composition des cendres du diamant du bort et du carbonado;

» 2° L'existence du graphite, du carbonado et de diamants microscopiques transparents dans la terre bleue du Cap et tout récemment l'existence du diamant dans la météorite de Cañon Diablo;

» 3° Quelques propriétés nouvelles du carbone cristallisé.

» Ces premières recherches nous ont amené à étudier la solubilité du carbone dans un certain nombre de métaux, tels que le magnésium, l'aluminium, le fer, le manganèse, le chrome, l'uranium, l'argent, le platine et enfin dans un métalloïde : le silicium.

» Dans cet ensemble de recherches, j'ai obtenu des variétés nouvelles de graphite, sur lesquelles j'insisterai plus tard, mais je n'ai jamais obtenu de carbone de grande densité.

» Quant à la technique de ces recherches, elle s'est formée peu à peu ; elle était d'ailleurs tout indiquée dans l'important Mémoire de M. Berthelot sur l'analyse qualitative et quantitative d'un mélange de diamant, de graphite et de carbone amorphe (1).

» L'emploi successif d'acide chlorhydrique ou d'acide azotique, d'acide sulfurique bouillant, d'acide fluorhydrique, enfin du mélange d'acide azotique et de chlorate de potassium nous a permis de séparer tous les composés autres que le diamant.

» C'est au moyen du microscope que nous suivions l'étude des différents corps obtenus et la purification se faisait avec une sûreté telle que nous avons pu séparer quelques milligrammes de diamant de 1^{kg} de cette terre bleue du Cap, formée, comme on sait, d'une brèche serpentineuse renfermant plus de quatre-vingts espèces minérales différentes. La densité se reconnaissait au moyen du bromal ($D = 3,34$) et du bromoforme ($D = 2,9$). Il est commode de substituer au bromal l'iodure de méthylène (3,4) indiqué récemment par M. Friedel à propos de l'analyse du diamant de la météorite de Cañon Diablo.

» Enfin la dureté était indiquée en rayant une surface de rubis parfaitement polie. Cette surface était examinée à la loupe ou au microscope, puis la poudre ou le petit fragment était frotté sur le rubis, au moyen d'une pointe de bois très dur. Un examen à la loupe permettait facilement de voir les stries formées.

» J'ajouterai que ces deux caractères de la densité et de la dureté appartiennent aussi à un certain nombre de siliciures métalliques et de

---

(1) BERTHELOT, *Recherches sur les états du carbone* (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIX, p. 392).

carbures métalliques. Ils ne prennent une réelle valeur que si le corps obtenu brûle dans l'oxygène en fournissant de l'acide carbonique et à une température à peu près constante pour chaque variété de carbone.

» J'arrive maintenant aux expériences faites sous une forte pression.

» Lorsque l'on sature le fer de carbone à une température comprise entre 1100° et 3000°, on obtient par le refroidissement des résultats différents suivant la température à laquelle la masse a été portée. Si l'on ne chauffe qu'à 1100 ou 1200°, il se produit un mélange de charbon amorphe et de graphite, et à 3000° il ne se fait exclusivement que du graphite en très beaux cristaux [1]. Entre 1100 et 3000°, la fonte liquide se conduit comme une solution qui dissout de plus en plus de carbone au fur et à mesure que la température s'élève. C'est ce qui explique la formation du graphite sur les fontes fortement chauffées aux hauts fourneaux qui, en passant de 1700° à 1100°, point de leur solidification, laissent sortir de leurs masses une abondante cristallisation de graphite.

» Si l'on fait intervenir une forte pression, les conditions de la cristallisation changent complètement.

» Pour réaliser cette expérience, j'utilise la pression produite par l'augmentation de volume que prend une masse de fonte au moment de son passage de l'état liquide à l'état solide. On sait, en effet, que la fonte solide a une densité plus faible que la fonte liquide et que, comme l'eau, elle se dilate au moment de sa solidification.

» Nous avons donc commencé ces recherches en refroidissant brusquement, en la plaçant dans l'eau, une masse de fonte en fusion chauffée à la température de 2000° à 3000°.

» Mais on peut aussi, pour que l'expérience réussisse mieux, entourer un culot de fonte d'une enveloppe de fer doux. Voici comment on réalise cette expérience.

» Du charbon de sucre [2] est fortement comprimé dans un cylindre de fer doux fermé par un bouchon à vis du même métal. On fond, au four électrique, une quantité de fer doux de 150^{gr} à 200^{gr}, opération qui n'exige

---

(1) Lorsque le graphite est préparé à haute température, il est tellement brillant, qu'il réfléchit autant de lumière que le miroir du microscope et qu'il peut à première vue sembler transparent.

(2) Le charbon de sucre, purifié au rouge par un courant de chlore, puis refroidi dans un courant d'azote, nous a toujours donné de meilleurs résultats que le charbon de bois.

que quelques minutes; puis, dans le bain liquide, on introduit rapidement le cylindre contenant le charbon. Le creuset est aussitôt sorti du four et trempé dans un seau d'eau. On détermine ainsi la formation rapide d'une couche de fer solide, et, lorsque cette croûte est au rouge sombre, on retire le tout de l'eau et on laisse le refroidissement se terminer à l'air.

» Le culot métallique est ensuite attaqué par l'acide chlorhydrique bouillant jusqu'à ce que cet acide ne fournisse plus la réaction des sels de fer. Il reste alors trois espèces de charbon : du graphite en petite quantité quand le refroidissement a été brusque, un charbon de couleur marron, en lanières très minces, contournées, paraissant avoir subi l'action d'une forte pression (nous avons rencontré la même variété dans différents échantillons de la météorite de Cañon Diablo) ; enfin il s'est formé une faible quantité d'un carbone assez dense qu'il s'agit maintenant d'isoler.

» On traite à plusieurs reprises par l'eau régale, puis par des traitements alternatifs à l'acide sulfurique bouillant et à l'acide fluorhydrique. Le résidu est ensuite placé dans l'acide sulfurique bouilli froid d'une densité de 1,8 pour décanter tout ce qui est charbon léger. La portion la plus dense examinée au microscope ne contient plus que très peu de graphite, et renferme différentes variétés de carbone. On lui fait subir alors six ou huit attaques au chlorate de potassium et à l'acide azotique fumant, préparé par nous, c'est-à-dire aussi exempt d'eau que possible. Après un dernier traitement par l'acide fluorhydrique bouillant, puis après décantation par l'acide sulfurique bouillant pour détruire les fluorures formés, on lave, puis on sèche le résidu et l'on sépare par le bromoforme quelques fragments très petits, plus denses que ce liquide, qui rayent le rubis et qui, chauffés dans l'oxygène à 1000°, disparaissent.

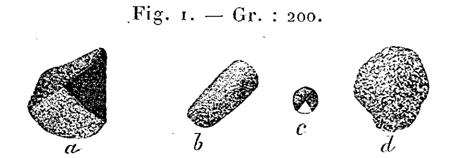
» Ces fragments sont les uns noirs et les autres transparents. Les premiers ont un aspect chagriné (*fig.* 1), une teinte d'un noir gris, identique à celle de certains carbonados; ils rayent le rubis et leur densité varie entre 3 et 3,5, car quelques-uns tombent au fond de l'iodure de méthylène; certains à surface unie d'un noir plus foncé présentent des arêtes courbes. Les fragments transparents [1] qui paraissent brisés en menus

---

[1] Lorsque les fragments de carbonado et de diamant sont traités par le chlorate, il arrive souvent qu'ils ne sont plus mouillés par l'eau et la plupart des liquides. Aussitôt que la surface de ces poussières est parfaitement nettoyée, par un phénomène de capillarité, facile à comprendre, ils nagent sur l'eau et ne peuvent être que difficilement précipités au fond d'un verre à pied, rempli de ce liquide.

morceaux (*fig.* 2), ont un aspect gras, s'imbibent de lumière et possèdent un certain nombre de stries parallèles et parfois des impressions triangu-

Fig. 1. — Gr. : 200.



laires (*fig.* 3). Ces derniers fragments sont le plus souvent entourés d'une gaine de charbon noir, et on ne les reconnaît qu'après les attaques au chlorate de potassium, attaques qu'il faut porter quelquefois jusqu'au nombre de dix.

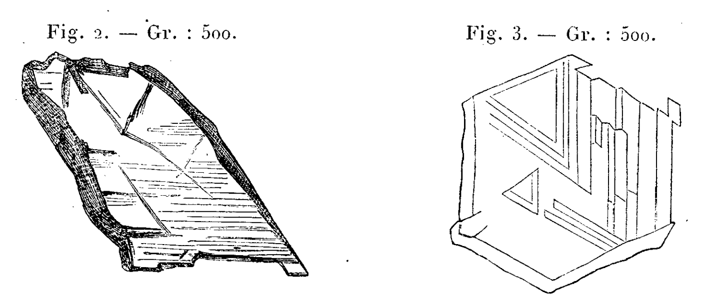


Fig. 2. — Gr. : 500.

Fig. 3. — Gr. : 500.

» Pour faire la combustion de ces fragments microscopiques, on en plaçait deux ou trois sur une nacelle de platine de forme spéciale, portant de petites cupules à fond plat parfaitement polies. Deux ou trois fragments au plus étaient placés sur chacune de ces surfaces brillantes, puis on les dessinait à la chambre claire; on en faisait la combustion à 1050° dans un courant d'oxygène. En les examinant à nouveau au microscope, on voyait les fragments qui n'avaient pas brûlé et à la place des autres fragments des cendres d'un aspect particulier, d'une couleur légèrement ocreuse et ayant le plus souvent conservé la forme du petit cristal; l'apparence de ces cendres est tout à fait identique à celle des nombreux échantillons de bort et de diamant impurs que nous avons brûlés.

» Quant au rendement, il est tellement faible que nous n'avons pu réunir les quelques milligrammes de cristaux transparents nécessaires pour peser l'acide carbonique produit. Du reste, un certain nombre de nos culots ne nous ont rien donné, soit que la pression ait été insuffisante, soit que le carbone se soit réparti rapidement dans toute la masse du métal. Dans ces cas, qui n'ont été que trop nombreux, après les traite-

ments au chlorate de potassium et à l'acide fluorhydrique, il ne restait absolument rien sous le champ du microscope.

» On peut obtenir le même phénomène, mais plus difficilement encore, en faisant refroidir assez rapidement dans un courant de gaz d'éclairage un culot de fonte saturé de charbon de sucre et chauffé au préalable à 2000°; les petits cristaux ainsi obtenus sont aussi très peu nombreux, mais ils ressemblent davantage aux petits fragments de diamant transparents que nous avons rencontrés dans la terre bleue du Cap. Cette expérience est plus délicate à réaliser que la précédente [1].

» On sait que l'argent possède aussi l'intéressante propriété d'augmenter de volume en passant de l'état liquide à l'état solide; il était donc tout indiqué pour ces recherches et c'est même par lui que nous avons commencé.

» A la température de sa fusion, l'argent ne dissout que des traces de charbon, mais si l'on chauffe de l'argent dans le four électrique de façon à l'amener en pleine ébullition en contact avec une brasque de charbon de sucre, il dissout alors une certaine quantité de carbone. En le refroidissant brusquement dans l'eau, il se forme un culot emprisonnant une partie d'argent liquide qui, par refroidissement, sera soumise à une forte pression. On attaque ensuite le métal par l'acide azotique bouillant et le traitement est continué comme il est indiqué ci-dessus.

» Il se produit, dans ces conditions, un rendement un peu plus grand en carbonado. Ce dernier se présente soit sous l'aspect grenu, soit sous l'aspect de plaques pointillées [2], soit en masses à cassures conchoïdes, à aspect peu brillant et gras, d'une densité qui peut varier entre 2,5 et 3,5 [3]. Cette expérience qui ne conduit pas jusqu'au diamant est très

---

[1] Nous rappellerons que M. Hannay a déjà indiqué la formation de cristaux transparents, présentant les caractères du diamant, lorsque l'on chauffe sous une forte pression, dans un tube de fer, un mélange de lithium, de noir de fumée, d'essence de paraffine et d'huile d'os. Ce savant attribue aux substances azotées de ce dernier composé un rôle prépondérant dans la formation du carbone cristallisé (J.-B. Hannay, *Proceedings of the Royal Society*, 19 février 1880, vol. XXX, p. 188).

[2] Certains échantillons de carbonados naturels, remis par M. Marignac, de Genève, à M. Des Cloizeaux, présentent le même aspect.

[3] M. Marsden avait annoncé, dès 1880, l'existence de quelques cristaux noirs à arêtes courbes dans l'argent chauffé vers 1500° en présence de charbon de sucre, mais sans attribuer aucun rôle à la pression (R. Sidney Marsden, *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, vol. XI, p. 20; 1880-1881).

intéressante en ce sens qu'elle nous démontre l'existence d'une série de carbonados dont la densité croît depuis la densité du graphite 2 jusqu'à la densité de 3 et au-dessus. En traitant le mélange par le bromoforme, nous avons pu obtenir un carbonado rayant le rubis et brûlant dans l'oxygène à 1000°. Il nous a même été possible de faire ici une expérience quantitative et 0,006 de ce carbone à haute densité nous a fourni 0,023 d'acide carbonique.

» Nous ajouterons que les culots d'argent fin que nous avons employés contenaient parfois, sans que nous le sachions, une très petite quantité d'or et que nous avons retrouvé des grains de carbon imprégné de ce métal qui disparaît rapidement à l'eau régale. Il est assez curieux de rapprocher ce fait de la découverte, faite par M. Des Cloizeaux, de carbonado naturel renfermant de petits globules d'or.

» En résumé, bien que nous ayons tenté beaucoup d'expériences sur le fer, quelques-unes seulement nous ont fourni de très petits cristaux transparents, présentant tous les caractères du diamant. Nous rappellerons que les difficultés de l'expérience nous ont empêché d'en obtenir quelques milligrammes, tandis que nous avons toujours reproduit, soit au moyen du fer, soit au moyen de l'argent, la variété de carbone d'une densité voisine de 3, rayant le rubis et entièrement combustible dans l'oxygène. Les propriétés de cette dernière variété de carbone l'identifient avec le carbonado ou diamant noir.

» Nous continuons ces recherches sur la solubilité du carbone dans le fer, l'argent et leurs alliages. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la reproduction du diamant*; par M. C. **Friedel**.

« J'applaudis d'autant plus volontiers aux résultats si intéressants que notre Confrère M. Moissan vient d'obtenir et de communiquer à l'Académie, que je m'occupe moi-même, depuis quelque temps, de chercher la solution du même problème. Après avoir constaté la présence du diamant dans le fer météorique de Cañon Diablo, dans des conditions telles que le précieux minéral avait dû se former sur place, il était naturel de tenter de reproduire celui-ci en se servant des éléments qui l'accompagnent dans la météorite. Ceux-ci se réduisent au fer, au soufre, au nickel et au phosphore, et l'on peut admettre que les deux premiers ont joué dans la formation du diamant un rôle prépondérant, d'autant plus que le carbone

accompagne dans le fer météorique des nodules de troïlite, dans lesquels il est comme localisé.

» D'anciennes expériences sur le changement de couleur de certains diamants du Brésil m'avaient conduit à la conclusion que ceux-ci avaient pu se former à des températures relativement basses. C'est donc dans ce sens que j'ai dirigé mes essais.

» J'ai d'abord tenté de faire réagir le sulfure de carbone sur le fer sous pression. Pour cela, j'ai enfermé du sulfure de carbone dans un petit bloc d'acier doux dans lequel était creusée une cavité pouvant être fermée au moyen d'une vis très exactement travaillée, que l'on forçait avec une longue clef.

» J'ai fait chauffer ensuite le tout, dans une expérience, au rouge cerise; dans une autre, au rouge sombre, puis j'ai fait scier le petit bloc par le milieu. Dans les deux cas, le sulfure de carbone a été décomposé en laissant la cavité remplie de carbone amorphe. Le soufre s'était comme diffusé dans le bloc d'acier, sans que l'on trouvât à la surface de la cavité autre chose qu'une mince pellicule de protosulfure. Le métal du bloc n'avait pas changé d'aspect, mais renfermait du soufre jusqu'à une assez grande distance du centre. A $1^{cm},5$ environ, on en a trouvé 0,2 pour 100.

» Cette répartition du soufre semble prouver que le fer météorique de l'Arizona, dans lequel on trouve des nodules de troïlite au milieu de fer métallique et d'un sous-sulfure de fer particulier, n'a pas été porté à une température aussi élevée.

» J'ai fait ensuite réagir le soufre sur de la fonte en copeaux, très riche en carbone (4 pour 100 environ), en vase clos, à la température d'ébullition du soufre, dans une expérience, à une température un peu plus élevée (500° environ) dans l'autre, pendant un temps prolongé. Après avoir dissous le protosulfure de fer formé dans la première expérience, et avoir traité le carbone restant par l'acide azotique fumant et le chlorate de potassium, il est resté une très petite quantité d'une poudre noire, avec laquelle il a été possible de rayer le corindon. Je mets sous les yeux de l'Académie le saphir ainsi rayé que j'avais apporté pour le prêter à notre éminent Secrétaire perpétuel, M. Berthelot.

» Si cette expérience rend probable la production du diamant dans ces conditions, elle ne suffit pas pour fournir une preuve absolue, celle-ci ne pouvant être apportée que par l'analyse.

» Aussi n'en aurais-je pas encore parlé à l'Académie, si je n'avais voulu me réserver le droit de poursuivre ces expériences, faites dans des condi-

tions très différentes de celles de M. Moissan, sans qu'on puisse me reprocher d'empiéter sur le terrain si bien travaillé par mon savant confrère. »

M. **Berthelot** ajoute :

« Notre Confrère, M. Moissan, me semble avoir résolu le problème de la formation du diamant noir ou bort, et même celui du diamant transparent et cristallisé; la suite de ses expériences le conduira à un résultat complet. J'avais commencé des essais sur la même question, par une voie différente, en essayant de dissoudre le carbone dans le phosphure de fer, obtenu en réduisant le phosphate de fer par le noir de fumée. Il est facile de préparer ainsi en quantités considérables un phosphure fondu, renfermant du carbone dans un état particulier, lequel peut être isolé par l'emploi successif de l'eau régale, de l'acide fluorhydrique, du chlorate de potasse mêlé d'acide azotique fumant (employé à cinq ou six reprises, avec chauffages au rouge sombre intermédiaires), de l'acide fluorhydrique encore, enfin du bisulfate de potasse fondu, au rouge sombre. L'action de ce carbone sur le corindon n'avait pas fourni de résultats décisifs et je poursuivais mes essais. Mais les expériences de M. Moissan me paraissant concluantes, je m'empresse d'abandonner ce sujet et d'applaudir à son succès. Ce sera une nouvelle découverte, à ajouter à celles qui honorent l'Académie. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la pathogénie du diabète. Rôle de la dépense et de la production de la glycose dans les déviations de la fonction glycémique;* par MM. **A. Chauveau** et **Kaufmann**.

« Il n'est guère de sujet qui importe plus aux progrès de la Physiologie générale que la pathogénie du diabète. La fonction glycémique joue, en effet, un rôle des plus importants dans les actes nutritifs, en concourant à l'alimentation des sources de la force vive nécessaire au travail physiologique de l'organisme animal. Une théorie nette et précise des troubles qui se traduisent, par le diabète sucré, dans cette fonction, serait donc d'un précieux secours pour l'étude des phénomènes délicats et complexes de la nutrition. Le but de cette Note n'est pas de fournir cette théorie, mais d'en préparer les bases, en montrant quelle est la cause immédiate de la déviation fonctionnelle qui provoque le diabète sucré, c'est-à-dire la glycosurie.

» Nous rappellerons d'abord, en quelques mots, ce qui est entendu ici par la *fonction glycémique* et ses déviations.

» Le sang, privé de tout apport alimentaire, c'est-à-dire étudié sur un sujet soumis au jeûne, contient constamment de la glycose. C'est celui des veines sus-hépatiques qui est le plus sucré de toute l'économie, et le sang veineux de la circulation générale est toujours moins riche en glycose que le sang artériel. Ce sucre physiologique est donc en état de formation et de destruction incessantes. Il est formé dans le foie (Cl. Bernard) et détruit ou transformé dans les réseaux capillaires intermédiaires entre les artères à sang rouge et les veines à sang noir (A. Chauveau). C'est cette condition du sang qui est exprimée par le terme de *fonction glycémique*. Expression impropre sans doute, car elle fait entendre une manifestation d'activité, un mouvement et ne s'applique, en réalité, qu'à une sorte d'état statique. La *vraie fonction glycémique* se compose des actes nutritifs intimes qui préparent, transforment et utilisent les matériaux du sucre du sang. Mais il y a grand avantage, en raison de la commode simplicité qui en résulte pour l'exposition, à caractériser ces actes, peu connus dans leur mécanisme immédiat, par l'état qu'ils communiquent au sang, au point de vue de la teneur en glycose.

» Cet état du sang est communément désigné par l'expression de *glycémie*. On emploie aussi couramment celles d'*hyperglycémie* et d'*hypoglycémie*, appliquées aux cas d'exagération ou de diminution de la *glycémie normale* ou *physiologique*. La *fonction glycémique* représente donc d'une manière assez heureuse l'ensemble des actes qui aboutissent au maintien, à la permanence de la glycose dans le sang, à l'équilibre entre la dépense et la production de cette substance. Prendre ainsi les choses en bloc, ce n'est pas éluder les difficultés que présente l'analyse des phénomènes, mais restreindre, provisoirement, le champ des investigations pour en rendre l'exploration plus facile.

» On sait que la *glycosurie*, symptôme essentiel du diabète sucré, est le fait de l'*hyperglycémie*, c'est-à-dire d'une accumulation anormale de sucre dans le sang. Mais quelle est la cause immédiate de cette hyperglycémie? Le sang devient-il trop riche en sucre parce que les tissus cessent d'emprunter cette substance au fluide nourricier pour les besoins des actes nutritifs qui se passent au sein des éléments anatomiques? Ce fluide s'enrichit-il, au contraire, en matière glycosique, parce que le foie en verse davantage dans le torrent circulatoire, ou même parce que d'autres organes deviennent alors des auxiliaires du foie dans sa fonction glycoso-forma-

trice? En d'autres termes, est-ce la dépense du sucre qui s'arrête ou la production qui s'exagère quand cette substance s'accumule dans le sang du diabétique, au point de provoquer une élimination par la voie rénale? C'est le premier problème qui se passe. Les cliniciens et les physiologistes ont cherché à le résoudre. Sa solution reste néanmoins toujours en suspens.

» La méthode à laquelle nous avons eu recours, pour essayer de trouver cette solution, repose tout entière sur les résultats de l'analyse comparative des sangs artériels et veineux de la circulation générale. Trois cas pouvaient se présenter : ou bien le sang veineux serait, comme à l'état normal, moins riche en glycose que le sang artériel, et alors l'hyperglycémie devrait être mise sur le compte, non d'un défaut de consommation de la glycose, mais sur celui d'un excès de production; ou bien, les deux sangs se montreraient à peu près également riches en sucre, ce qui impliquerait nécessairement une dépense nulle de cette substance dans les réseaux capillaires et placerait dans ce défaut de dépense la cause de l'hyperglycémie; ou bien, enfin, le sang veineux deviendrait toujours plus sucré que le sang artériel, d'où indice certain que l'hyperglycémie est due à une production de glycose sur place, dans tous les tissus de l'économie. Voilà le principe auquel nous avons demandé la solution du problème de l'hyperglycémie diabétique.

» Mais il nous a paru que, pour donner à cette solution un caractère vraiment scientifique, nous ne devions pas considérer seulement le cas du diabète. Nous avons pensé que, dans cette étude de la dépense de glycose effectuée par l'organisme troublé, il nous fallait comprendre toutes les déviations de la fonction glycémique, les modifications en moins, comme les modifications en plus, l'*hypoglycémie* avec l'*hyperglycémie*, à tous les degrés qu'elles peuvent présenter.

» Nombreux sont les cas dans lesquels l'*hyperglycémie* et l'*hypoglycémie* peuvent être provoquées expérimentalement. Nous les avons étudiés à peu près tous; mais nous nous sommes particulièrement attachés, pour le moment, d'une part, aux espèces où les déviations de la fonction glycémique sont provoquées par une atteinte du système nerveux central; d'autre part à l'hyperglycémie du diabète expérimental de von Mering et Minkowski. On devinera aisément les raisons de ce rapprochement, et nous espérons être en mesure de les développer prochainement en montrant par quels liens le diabète pancréatique se rattache à l'hyperglycémie et à la glycosurie de cause nerveuse centrale.

» Nous croyons inutile de fournir aucun détail sur nos procédés expérimentaux. Il nous suffira de donner quelques indications générales à ce sujet.

» Et d'abord, prévenons que notre étude actuelle vise exclusivement la glycogénie essentiellement autochtone, indépendante de toute intervention des matières sucrées ou saccharifiables fournies au sang par le travail de la digestion. Nos expériences ont donc toujours porté sur des sujets (des chiens) en état de jeûne.

» Ajoutons que, dans ces expériences, la cueillette et le traitement des deux sangs qui doivent être comparés ont été exécutés dans des conditions d'uniformité aussi parfaites que possible. Pour assurer l'exactitude des résultats comparatifs des deux analyses, il faut, en effet :

» 1° Que les deux sangs soient recueillis *simultanément et en même quantité;*

» 2° Qu'on les traite exactement de la même manière (¹);

» 3° Que les opérations en général, particulièrement le dosage de la glycose par la liqueur titrée, soient toujours exécutées par le *même* manipulateur exercé.

» Il est bien rare qu'avec ces précautions on n'arrive pas à une constante exactitude, mais il n'en faut négliger aucune. On doit tenir surtout (ce qui n'est jamais bien difficile) à ce que les deux sangs soient puisés *en même temps* dans les deux vaisseaux : il suffit parfois d'un si court intervalle pour que la composition du sang se modifie, surtout dans les expériences où l'on fait intervenir les lésions du système nerveux! Il nous est arrivé, il est vrai, d'être obligé de donner quelque accroc à ce principe de l'identité absolue des conditions expérimentales : c'est de peu de conséquence quand les expériences sont multipliées. En effet, les petites irrégularités qui peuvent se produire alors, dans le dosage du sucre, se noient dans la masse des résultats irréprochables et n'en modifient pas sensiblement la moyenne.

(¹) La méthode de traitement importe peu. J'ai obtenu jadis d'excellents résultats de l'emploi du noir animal acidulé avec l'acide acétique. Plus tard, les traitements au sulfate de soude, ou à l'alcool, nous ont également bien réussi. Dans les expériences actuelles, c'est le procédé Artus qui a été mis en œuvre. L'important, c'est d'être parfaitement familiarisé avec la méthode que l'on a adoptée, quelle qu'elle soit, et de l'appliquer toujours de la même manière. Les analyses comparatives sont alors très suffisamment exactes, même quand la méthode de traitement est incapable de donner intégralement le chiffre absolu de la glycose contenue dans le sang.

» A l'état physiologique, l'analyse comparative du sang artériel et du sang veineux, pratiquée dans les conditions qui viennent d'être rappelées, ne manque jamais de démontrer que le sang veineux est moins riche en sucre que le sang artériel. Pourquoi ce fait, que nous avons pu vérifier des centaines de fois depuis sa première constatation en 1856 [1] a-t-il été

---

[1] On continue encore à commettre l'erreur d'attribuer à Claude Bernard la démonstration de ce fait et de la conséquence qui en découle, la consommation incessante de glycose qui se fait dans les capillaires de la circulation générale. Je réitérerai ici la rectification que j'ai faite déjà en 1886, le 22 novembre (*Comptes rendus*, t. CIII). Dès 1856, ce fait, et plusieurs autres qui y sont connexes, avaient été nettement établis par moi. On s'en convaincra en consultant mes Mémoires du temps, tout particulièrement les deux publications suivantes :

1° *Nouvelles recherches sur la question glycogénique* (*Comptes rendus*, t. XLII, p. 1008; 1856.

2° *Se forme-t-il du sucre dans l'intestin des animaux nourris exclusivement à la viande?* (*Moniteur des hôpitaux*, p. 946; 1856).

Il est indispensable que je rappelle ici, en quelques lignes, les points nouveaux que je mets en lumière dans ces deux Mémoires.

1° Claude Bernard, en 1856, pensait qu'en dehors de l'état de digestion le sang de la circulation générale est absolument privé de glycose : je démontre que la glycose est un élément constant du sang, non pas seulement sur les sujets qui ne sont pas en état de digestion, mais sur ceux qui sont soumis à l'inanition. Le sucre ne disparaît du sang qu'au moment où commence, chez les inanitiés, la période de refroidissement qui précède la mort.

2° Sur les animaux à jeun le sang du cœur droit est sucré, d'après Claude Bernard, et celui du cœur gauche absolument privé de glycose : mes expériences, à moi, établissent que le sang des deux cœurs est toujours à peu près également sucré chez les sujets soumis au jeûne, quelle que soit la durée de celui-ci.

3° Claude Bernard admettait donc que le sucre formé dans le foie se détruit entièrement dans le poumon : je prouve qu'au contraire le sucre du sang n'est ni arrêté, ni transformé pendant la traversée des capillaires pulmonaires. Ce sucre arrive intact dans les artères du système aortique qui le portent aux capillaires de la circulation générale, où il est utilisé en partie par la création de la force vive nécessaire au travail physiologique des tissus vivants. *Le sang des veines est, en effet, toujours moins sucré que le sang des artères afférentes.*

4° J'ajoute que dans ces mêmes Mémoires, c'est-à-dire en 1856, je donne les résultats des premières analyses qui aient été faites sur le sang des veines sus-hépatiques recueilli sans avoir subi de stagnation dans le foie. J'avais imaginé pour cela un procédé de cathétérisme de ces veines par la jugulaire, la veine cave supérieure, l'oreillette droite, la veine cave inférieure, l'embouchure des principales veines sus-hépatiques du lobe droit du foie. Or ce procédé, qui permet d'obtenir le sang hépatique presque sans traumatisme, sur l'animal vivant, en plein état physiologique pour ainsi

accepté tardivement et trouve-t-il même encore quelques contradicteurs, quoiqu'il n'y ait probablement plus un seul physiologiste qui n'admette la destruction partielle de la glycose du sang dans la traversée des capillaires? Il ne faut accuser, croyons-nous, que l'inobservation de la prescription dont il vient d'être question, concernant la rigoureuse uniformité à introduire dans les conditions des analyses comparatives, destinées à mettre en évidence la différence de composition des deux sangs. Et malgré cette inobservation possible, il n'en reste pas moins acquis que les physiologistes dissidents qui ont fait un certain nombre de ces analyses arrivent aux mêmes résultats moyens que nous-mêmes. C'est ce qu'il nous serait très facile de démontrer, en citant, par exemple, les tableaux dans lesquels Seegen expose la composition moyenne du sang de la veine porte comparé à celui de l'artère carotide, dans les cas de jeûne ou d'alimentation avec de la viande ou des corps gras.

» Or, *la même infériorité du sang veineux sur le sang artériel, au point de vue de la teneur en sucre, se retrouve dans toutes les déviations de la fonction glycémique qui sont provoquées par une lésion du système nerveux central. Cette infériorité se montre également dans l'hyperglycémie qui suit l'extirpation du pancréas.* La démonstration en sera faite par la présentation des résultats de nos analyses dans chaque cas particulier. »

---

dire, est couramment attribué en Angleterre, en Allemagne, même en France, à tel ou tel physiologiste qui ne l'a mis en œuvre que bien longtemps après moi.

Claude Bernard connaissait bien toutes ces contributions importantes apportées par mes travaux à l'étude de la fonction glycogénique. J'ose dire qu'il les estimait : il me l'a souvent témoigné. Dans son cours de 1876, il ne les a pas oubliées, puisqu'il les cite et qu'il les adopte sans aucune restriction. Peut-être Claude Bernard n'a-t-il pas été assez clair ni assez explicite dans ses citations. Mais était-ce bien nécessaire? Ne devait-il pas supposer parfaitement connus des travaux publiés depuis près de vingt ans? En tout cas, il est assez singulier que je sois considéré, dans la question actuelle, comme ayant confirmé les faits et les vues de Claude Bernard, lorsque c'est lui, au contraire, qui a eté mon confirmateur, ce dont je me trouve très grandement honoré.

On ne se méprendra pas sur la signification de ma réclamation actuelle. Elle ne va pas à la mémoire de Claude Bernard, mais à ceux qui interprètent mal son cours de 1876. J'ai toujours présenté mes contributions en glycogénie et je les présente encore comme une conséquence naturelle de la belle découverte due au génie expérimental de Claude Bernard. Je ne m'enorgueillis que d'une chose, c'est de les avoir produites à l'appui de cette découverte, à une époque où, de tous côtés, les faits méconnus ou incomplètement vus par Claude Bernard étaient présentés, non sans esprit de dénigrement, comme des arguments plaidant contre la réalité de cette découverte.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats à la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de M. *Owen*.

Cette Commission doit comprendre, outre le Président en exercice, trois Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, et trois Membres pris dans les Sections de Sciences physiques.

MM. **Hermite**, **Faye**, **Bertrand**, **Pasteur**, **H. Milne-Edwards** et **Charcot** réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

TOPOGRAPHIE. — *Sur les progrès de l'art de lever les plans à l'aide de la Photographie, en Europe et en Amérique.* Note de M. **A. Laussedat**.

» La méthode que j'ai proposée, avec une grande insistance (¹), pour lever les plans à l'aide de vues pittoresques dessinées à la chambre claire ou obtenues par la Photographie et à laquelle l'Académie a bien voulu donner son approbation, il y a trente-trois ans, vient de recevoir une nouvelle consécration dans un pays dont tous les instincts sont restés français, au Canada. Ce fait considérable me semble devoir être signalé, à la fois, aux cartographes de profession, et aux voyageurs scientifiques qui font un si fréquent usage de la Photographie pour fixer leurs souvenirs, et dont quelques-uns ont pu aussi en tirer parti dans l'intérêt de la Topographie et de la Cartographie.

» J'ai déjà eu, plusieurs fois, l'occasion de mentionner avec plus ou moins de détails, les applications de la méthode dont il s'agit, tentées, en

(¹) *Mémorial de l'officier du Génie*, nos 16 et 17, 1854 et 1864; *Comptes rendus*, t. XLIX, 1859; t. L, 1860; t. LIX, 1864, et t. CXIII, 1890; *Magasin pittoresque*, année 1861; *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, 2e série, t. II, III et IV; *Paris-Photographe*, passim; *Association française pour l'avancement des Sciences*, session de Pau, 1892.

premier lieu, en France, il y a plus de quarante ans, sous les auspices du Comité des fortifications qui a continué à s'y intéresser jusqu'en 1870, puis en Allemagne où elle a pénétré vers 1865, grâce à la publicité qui lui avait été donnée dans le *Bulletin de la Société française de Photographie* (1), ensuite en Italie où, depuis 1878, elle est employée très habilement à la construction de la Carte des Alpes, à l'échelle de $\frac{1}{50000}$, enfin plus récemment encore en Autriche où, comme en Italie, on s'en sert surtout dans les reconnaissances faites en pays de montagnes.

» Sans examiner ici si la méthode doit être réservée aux contrées très accidentées, et si elle se prête mieux à la construction des Cartes proprement dites qu'au lever des plans à grandes échelles, j'arrive à l'exposé des travaux topographiques entrepris au Canada depuis le milieu de l'année 1888.

» Ces travaux sont exécutés sous la direction de M. E. Deville, surveyor général (2), par M. W.-S. Drewry pour la triangulation et par M. J.-J. Mc Arthur pour la topographie.

» La Carte entière comprendra une zone de vingt milles (32^{km} environ) de chaque côté du chemin de fer Pacifique canadien, cédé au Gouvernement fédéral par la province de la Colombie anglaise. Ce chemin de fer, en quittant la prairie, s'engage par la vallée de la Bow River, dans les montagnes Rocheuses, qu'il traverse dans toute leur largeur.

» La Carte gravée que je mets sous les yeux de l'Académie, exécutée à l'échelle de $\frac{1}{40000}$, comprend une partie de cette vallée et le parc fédéral dit *parc des Montagnes Rocheuses du Canada*. La surface du pays représenté, avec son relief qui, sur certains points, atteint 3500^{m} d'altitude, exprimé par des sections horizontales équidistantes de 100 pieds en 100 pieds ($30^{m},5$), est de 2500^{kmq} ($250\,000^{ha}$); elle a été levée en trois années, de 1888 à 1890, ce qui correspond en moyenne à 800^{kmq} ou 900^{kmq}.

» On voit sur le Tableau d'assemblage joint à cette Carte, et qui comprend en outre les travaux effectués en 1891 et 1892, que la vitesse atteinte par les opérateurs a beaucoup augmenté; elle est actuellement de 1300^{kmq}; la surface totale levée en cinq ans est de 5200^{kmq}.

» La brigade qui exécute le travail sur le terrain est composée de l'ingénieur M. Mc Arthur, d'un aide topographe et de deux porteurs.

» Les circonstances atmosphériques dans un pays montagneux et si peu fréquenté, situé entre le 51e et le 52e degré de latitude nord, sont des plus

(1) Cette Société me décernait, cette même année, l'une de ses médailles pour mes *levés photographiques*.

(2) Auteur d'un excellent Ouvrage ayant pour titre : *Photographic Surveying*, Ottawa; 1889.

défavorables. On ne peut se rendre sur le terrain que vers le milieu de juin et il faut le quitter avec le mois d'octobre.

» Les opérateurs ont, en outre, même pendant ces trois ou quatre mois, à compter avec le brouillard, la pluie, les tempêtes de neige et avec un phénomène local des plus gênants, la fumée des feux des forêts, aussi dense que le brouillard le plus épais. Il en résulte que le nombre des jours où l'on peut travailler est extrêmement limité et que, par les procédés ordinaires, on ne parviendrait que bien lentement à dresser une Carte qui resterait nécessairement très imparfaite.

» La supériorité de la méthode photographique est donc incontestable dans de semblables circonstances, qui se présentent d'ailleurs à peu près partout en pays de montagnes. L'expérience de cinq années consécutives a prouvé, en effet, que les documents recueillis pendant le petit nombre de jours favorables étaient suffisants pour occuper l'ingénieur et son aide pendant les huit autres mois de l'année.

» M. le surveyor général E. Deville, à qui je dois les renseignements qui précèdent, y a joint un relevé détaillé de la dépense faite annuellement pour l'obtention des photographies et la construction de la minute de la Carte. Cette dépense s'élève à moins de 3 dollars, $2,84, ou $14^{fr},25$ environ par kilomètre carré, soit $0^{fr},15$ par hectare.

» Je pense que l'Académie me permettra, en terminant cet exposé, de citer textuellement la dernière phrase de la lettre de M. E. Deville qui accompagnait l'envoi qu'il m'a fait de la première livraison de la Carte de la zone du chemin de fer Pacifique canadien :

« Ainsi que vous le voyez, je n'ai rien changé d'essentiel aux procédés que vous avez été le premier à indiquer; je n'ai fait que les adapter à nos besoins. Nos instruments diffèrent peu des vôtres et sont, je crois, beaucoup plus pratiques que les nombreuses inventions de ces dernières années. »

» Je n'ai rien à ajouter à cette déclaration toute spontanée de la personne qui, jusqu'à ce jour, a fait l'expérience la plus étendue et la plus concluante de la méthode photographique ou photogrammétrique, pour employer l'expression adoptée par les auteurs allemands.

» J'avais, depuis quelque temps, le dessein de soumettre à l'Académie un dernier modèle de photothéodolite, exécuté avec beaucoup de soin par MM. Ducretet et Lejeune. Cet instrument identique, quant à son principe, avec celui que j'avais fait construire, dès 1859, par Brunner, comprend un champ plus étendu, grâce aux progrès de l'Optique topographique, et cependant il est plus portatif, d'abord parce que j'ai réduit la distance

focale de l'objectif et aussi parce que j'ai pu employer l'aluminium pour une bonne partie des organes.

» J'ai saisi l'occasion que me fournissait le témoignage si loyal de l'honorable M. E. Deville, pour rapprocher cet instrument de l'œuvre remarquable que nos travaux ont inspirée, comme ils ont inspiré d'ailleurs, on ne pourrait en douter, les diverses tentatives des autres savants et opérateurs étrangers venus après nous et dont le nombre va, chaque jour, en augmentant (1). »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherche de la proportion d'oxyde de carbone qui peut être contenue dans l'air confiné, à l'aide d'un oiseau employé comme réactif physiologique*. Note de M. N. **Gréhant** (2).

« Après avoir reconnu par l'expérience la loi d'absorption de l'oxyde de carbone par le sang d'un mammifère vivant, qui est la loi de Dalton, (*Comptes rendus*, 1892), j'ai indiqué que l'on peut mesurer la proportion d'oxyde de carbone qui peut être contenue dans l'air confiné, en y faisant respirer un chien pendant une demi-heure, puis en dosant l'oxyde de carbone dans un échantillon de sang pris dans l'artère carotide.

» L'application de ce procédé, qui se fait facilement dans un laboratoire, est plus difficile dans la pratique : dans la recherche de l'oxyde de carbone, on hésiterait à faire conduire un chien opéré dans une salle, dans une voiture chauffée, ou dans des ateliers, qui peuvent contenir une certaine quantité de gaz toxique. Aussi j'ai pensé qu'il valait mieux employer un oiseau, que l'on peut, sans aucun inconvénient, faire porter et laisser une demi-heure dans une atmosphère confinée; l'animal est ensuite sacrifié par la section du cou : on recueille le sang dans une capsule de porcelaine, où il est défibriné avec une spatule.

» J'ai fait d'abord deux expériences de vérification du procédé :

» 1° Je compose, dans un sac de caoutchouc, un mélange de 50^{lit} d'air et de 50^{cc}

(1) Pour ne laisser aucun doute à ce sujet, j'ai fait placer, à côté de la belle Carte qui nous vient du Canada, le lever des environs de Sainte-Marie-aux-Mines, exécuté en 1867 par les mêmes procédés, par M. le capitaine aujourd'hui commandant Javary, dont la collaboration m'a été si précieuse et qui avait, dès cette époque, amené le nouvel art à un degré de perfection qui n'a pas été dépassé.

(2) Travail du laboratoire de Physiologie générale du Muséum.

d'oxyde de carbone pur, à un millième. Sur la tête d'un canard, pesant $2^{kg},3$, on fixe une muselière de caoutchouc et, à l'aide de soupapes à eau offrant une très faible résistance, on fait respirer à l'oiseau le mélange gazeux pendant trente minutes; on sectionne le cou avec des ciseaux et l'on recueille 38^{cc} de sang défibriné, qui est introduit dans mon appareil servant à l'extraction des gaz du sang (ballon à long col et pompe à mercure); l'extraction des gaz ayant été faite à 40°, on fait pénétrer 30^{cc} d'acide acétique (à 8°), et l'on porte le bain d'eau à 100°; on recueille 11^{cc} de gaz.

	cc
	11
Potasse.................	4,3
Acide pyrogallique.......	3,5
Protochlorure de cuivre..	1,2
	2,3 oxyde de carbone.

» Cela ferait $6^{cc},05$ d'oxyde de carbone pour 100^{cc} de sang; il est intéressant de remarquer que ce nombre est fort voisin de celui, 5,5, que j'ai obtenu chez des chiens qui avaient été placés dans les mêmes conditions, c'est-à-dire qui avaient respiré pendant une demi-heure un mélange d'air et d'oxyde de carbone à $\frac{1}{1000}$.

» 2° Un coq pesant 2^{kg} ayant été attaché sur une planche, on découvre la trachée et l'on fixe un tube dans ce conduit. L'oiseau respire un mélange à $\frac{1}{5000}$ pendant une demi-heure, puis on fait la section du cou; on obtient 32^{cc} de sang qui renfermaient $0^{cc},25$ d'oxyde de carbone, ou $0^{cc},77$ dans 100^{cc} de sang.

» Bien que ce nombre soit un peu inférieur à celui qu'indiquerait la loi de Dalton, que j'ai vérifiée jusqu'ici chez les mammifères seulement et qui serait 1,1 pour $\frac{1}{5000}$, on voit que mon procédé permet de reconnaître dans l'air, sans qu'il y ait aucune incertitude, $\frac{1}{5000}$ et même $\frac{1}{10000}$ d'oxyde de carbone.

» En dosant à l'aide du grisoumètre de M. Coquillion, que j'ai perfectionné, l'oxyde de carbone mélangé avec l'air dans la proportion de $\frac{1}{250}$, on obtient une diminution de volume d'une seule division; si la proportion du gaz combustible est égale à $\frac{1}{1000}$, la réduction est égale à un quart de division : c'est à peu près la limite de sensibilité du grisoumètre.

» Le procédé physiologique que j'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie est beaucoup plus sensible, puisqu'il permet de retrouver, dans un volume de sang, soixante fois plus d'oxyde de carbone qu'un égal volume du mélange d'air à un millième n'en contient. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Clavenad** adresse, à propos d'une Communication récente de M. Mercadier, une Note « Sur les mouvements vibratoires dans un milieu isotrope ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

M. H. **Merzbach** adresse, de Bruxelles, une Note sur une invention de M. *Louis Kern,* pour neutraliser les effets nuisibles des gaz produits par la carbonisation et le blanchiment dans l'industrie textile.

(Renvoi au Concours des Arts insalubres, fondation Montyon.)

M. L. **Aubert** adresse, par l'entremise de M. Larrey, un Mémoire relatif à « La topographie médicale de Gabès (Tunisie) et de ses environs ».

(Renvoi au Concours du prix de Statistique.)

MM. **Le Testut** et **Em. Blanc** adressent, par l'entremise de M. Bouchard, des « Observations faites sur la coupe du cadavre congelé d'une femme enceinte, arrivée au sixième mois de sa grossesse ».

Au point de vue obstétrical, les auteurs arrivent à cette conclusion que, « lorsque l'organe est en travail, que ce soit dans les premiers mois ou dans les derniers mois de la gestation, les modifications qui se passent du côté du col sont toujours précédées de la formation d'un segment inférieur, et, au-dessus de lui, d'un anneau de contraction.... En même temps que le segment inférieur se constitue, la structure de cette région particulière de l'utérus se modifie. Les fibres circulaires deviennent moins abondantes, et les fibres longitudinales dominent. L'artère utérine subit une élongation spéciale, qui modifie l'ordre d'émission de ses vaisseaux efférents. Enfin le tissu élastique, par sa richesse, semble acquérir une importance de premier ordre ».

(Commissaires : MM. Bouchard, Verneuil, Brouardel.)

CORRESPONDANCE.

M. **Vallier**, nommé Correspondant pour la Section de Mécanique, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. **Oct. Callandreau** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section d'Astronomie, par le décès de M. *Mouchez*.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

ASTRONOMIE. — *Sur les propriétés des facules. Réponse à une Note de M.* G. Hale; par M. **H. Deslandres**.

« Dans le précédent numéro des *Comptes rendus*, M. Hale, directeur de l'observatoire de Kenwood-Chicago, présente quelques observations critiques sur un point spécial d'une Note précédente que j'ai publiée dans le même Recueil (25 juillet 1892). Je lui réponds brièvement.

» L'émission très forte des radiations H et K du calcium par les facules solaires, et le procédé nouveau pour la photographie des facules qui en résulte, ont été étudiés par moi dans le deuxième semestre de 1891, et publiés, non le 25 juillet 1892, comme l'écrit M. Hale, mais le 8 février, c'est-à-dire un peu avant les publications similaires de M. Hale sur le même sujet, dans le journal *Astronomy and Astro-physics* ([1]). — M. Hale cependant assure avoir obtenu ces résultats dès le mois de mai 1891; la chose me paraît toute naturelle, nos travaux ayant été parallèles.

([1]) Dans le numéro de février qui paraît en Amérique du 15 au 20, et est distribué à Paris le 1er mars. D'autre part, je reconnais que M. Hale a publié un peu avant moi (13 août 1891, *British Association*) ses travaux sur les cinq premières raies ultra-violettes de l'hydrogène; mes propres recherches qui ont porté sur les trois premières raies seulement, mais qui ont complété les résultats encore incertains de M. Hale sur la première raie, ont été présentés à l'Académie le 17 août 1891. En réalité, les recherches ont été parallèles et les résultats obtenus simultanément.

» Dans mes recherches, je me suis servi d'appareils très simples, d'un montage facile; en particulier, de spectroscopes construits par moi-même, en bois blanc. Cette simplicité des moyens, jointe à l'emploi de miroirs, m'a permis d'obtenir, en plus, deux mois au moins avant M. Hale, les cinq dernières radiations ultraviolettes de l'hydrogène de la série stellaire de M. Huggins, avec cinq radiations nouvelles en plus, et de vérifier complètement par l'étude du Soleil la très curieuse formule de Balmer.

» Cette découverte a permis de rapprocher des belles protubérances la nouvelle étoile du Cocher, qui offre, dans la même région, un rayonnement semblable. Puis, poursuivant l'analogie, j'ai montré, le premier, que les raies brillantes de renversement de la nouvelle étoile se retrouvent par le fait des facules, dans la lumière générale du Soleil, mais beaucoup plus faibles, et que les raies solaires, comme celles de la nouvelle étoile, ont aussi, dans certaines circonstances, des déplacements, dus à la rotation du Soleil, mais extrêmement petits. On a ainsi en présence deux cas extrêmes : l'un, où le phénomène saute aux yeux et peut être reconnu avec les instruments ordinaires; l'autre, où il est difficilement perceptible et exige une étude patiente avec les instruments les plus puissants. Or la nature, qui ne fait pas de sauts, présente vraisemblablement, parmi les innombrables étoiles du Ciel, tous les cas intermédiaires, et j'ai proposé incidemment la recherche de ces renversements dans les étoiles, comme fournissant un moyen d'étudier l'état et les mouvements de leur atmosphère. Mais M. Hale met en doute la valeur de la méthode pour l'étude de la rotation, il s'étend longuement sur les difficultés qu'elle présente dans certaines circonstances défavorables. A cela je réponds : ces difficultés sont indiquées implicitement dans le passage très court de ma Note, qui se rapporte à la question, passage que je reproduis, pour éviter toute discussion en dehors de l'interprétation qu'il comporte. Les termes en ont été pesés avec soin, et je les maintiens intégralement :

» Les raies brillantes de renversement représentent l'ensemble des masses incandescentes élevées de l'atmosphère, et leurs déplacements par rapport aux autres raies sont *liés à la rotation de l'astre*. Or on les trouve dans le Soleil : donc il est naturel de les rechercher dans les étoiles.... L'étude de ces renversements fournira des *données précieuses* sur la nature et la rotation de l'atmosphère des étoiles, et permettra d'aborder des questions qui jusqu'alors ont paru inaccessibles.

» Cette étude donne de toute façon une indication sur l'état de l'atmosphère et ce premier résultat la justifie amplement, mais elle ne donne pas en général, comme le suppose M. Hale, la vitesse de rotation; elle

fournit seulement une limite inférieure de cette vitesse, limite qui atteindrait vraisemblablement la moitié ou les $\frac{2}{3}$; cependant elle pourrait, dans certains cas très favorables et sous certaines conditions, permettre la recherche de la durée de rotation totale ([1]).

» Avec les instruments employés actuellement pour les étoiles, il est bon, pour que le déplacement soit bien net, que la vitesse équatoriale de l'astre soit supérieure à la vitesse du Soleil (2^{km}), et voisine par exemple de la vitesse de Jupiter (15^{km} par seconde). D'autre part, la longue étude du Soleil proposée par M. Hale avec les belles photographies de son observatoire et avec des instruments, il est vrai, plus puissants, serait encore pénible et d'ailleurs inutile; car ces renversements pour le Soleil, et les petits déplacements qu'ils subissent ne sont pas niables.

» Pour faire œuvre utile, il conviendrait de compulser les documents énormes réunis déjà, sous la direction puissante de M. Pickering, par l'observatoire de Harvard College, supérieurement organisé pour la spectroscopie stellaire. Ces spectres nombreux, obtenus avec des prismes objectifs et des objectifs à court foyer et grand champ, offriraient peut-être des raies brillantes de renversement, malgré la faiblesse relative de la dispersion. Il faudrait alors les suivre, et mesurer leurs déplacements, qui fourniraient, après discussion, des éléments utilisables pour la rotation.

» En résumé, la recherche proposée serait assurément longue et pénible, mais elle conduirait à des résultats de premier ordre; elle a été simplement indiquée pour montrer une fois de plus la fécondité merveilleuse de l'analyse spectrale et du principe du déplacement posé par M. Fizeau. »

ASTRONOMIE. — *La probabilité de coïncidence entre les phénomènes terrestres et solaires.* Note de M. **G.-E. Hale.**

« Chicago, le 6 janvier 1893.

» Dans une Note communiquée à l'Académie en 1887 (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 133), M. Marchand a fait une comparaison des observations du Soleil à l'observatoire de Lyon (1er mai 1885 au 15 octobre 1886) avec les

---

([1]) Une condition à remplir serait, par exemple, que le déplacement variable correspondît au mouvement d'un point mobile avec une vitesse uniforme sur un cercle, auquel cas d'autres éléments intéressants seraient déterminés.

courbes de l'enregistreur magnétique de ce même observatoire. Dans les deux diagrammes joints à la Note, on a indiqué, au-dessus d'une courbe représentant les intensités des perturbations magnétiques, les passages des groupes de taches, des facules et des facules avec pores ou taches très petites, à leurs plus courtes distances au centre du disque solaire. On voit que « chacun de ces maxima (de la courbe) coïncide sensiblement avec le » passage d'un groupe de taches ou d'un groupe de facules à sa plus » courte distance au centre du disque solaire ». M. Marchand ajoute qu'« il ne semble pas y avoir de relations entre l'intensité des perturba- » tions et le diamètre des taches ».

» La coïncidence signalée par M. Marchand est frappante, et l'on est tenté d'y voir une loi générale. Mais il faudra examiner si elle n'est pas due au hasard. M. Veeder croit que les perturbations magnétiques terrestres résultent des perturbations sur le bord est du Soleil, et il ne trouve pas difficile de découvrir une coïncidence parfaite des aurores boréales et de l'apparition des taches et facules à la région indiquée. M. Tacchini, au contraire, maintient que la position de la région perturbée sur le disque solaire n'a pas d'importance.

» Dans les observations de M. Marchand, « les facules ont été générale- » ment observées jusqu'à une assez grande distance des deux bords; on » peut en conclure qu'elles ont dû persister jusqu'au centre, bien que » l'observation se soit rarement étendue jusque-là ». Actuellement, grâce à l'assistance puissante que nous prête la Photographie, il est facile d'enregistrer les facules, partout où elles se trouvent sur le disque solaire visible, avec le spectrohéliographe de l'observatoire de Kenwood (voir *Comptes rendus*, t. CXV, p. 106-109). Depuis le commencement de février 1892, on y fait des photographies du Soleil, avec cet instrument, toutes les fois qu'il est possible. Sur les clichés dont j'ai présenté quelques-uns à l'Académie, on voit que l'étendue des facules est extraordinairement grande : il y a donc grande probabilité qu'une facule existe, à un instant donné, au méridien central ou au bord est du Soleil. La Table ci-jointe donne les résultats d'une étude des 142 clichés, obtenus à des dates différentes : numéro du cliché, date et nombre de groupes de facules au méridien central du Soleil.

N° du cliché D.	Date 1892. (h m)	N° des groupes de facules au méridien central.
277.	Janv. 25, 3.12 m.	1
313.	Févr. 4, 4.32 s.	1
315.	» 6, 10.26 m.	1
322.	» 9, 10. 2 m.	1
336.	» 10, 2.31 s.	1
343.	» 11, 11.15 m.	1
344.	» 12, 11.37 m.	2
351.	» 13, 10.42 m.	2
361.	» 15, 11.53 m.	2
366.	» 16, 12.14 m.	2
370.	» 17, 10.33 m.	1
375.	Mars 2, 1.11 s.	1
378.	» 3, 2.38 s.	2
379.	» 8, 3.20 s.	1
381.	» 10, 11.52 m.	2
383.	» 11, 11. 3 m.	2
391.	» 12, 11.35 m.	2
393.	» 14, 12.51 m.	1
395.	» 15, 11.59 m.	2
402.	» 21, 12.19 m.	1
404.	» 23, 4. 8 s.	0
410.	» 24, 1. 8 s.	1
413.	» 27, 11.20 m.	1
414.	» 28, 11.56 m.	1
416.	» 31, 3.22 s.	1
421.	Avril 3, 11.29 m.	1
429.	» 6, 10.45 m.	3
467.	» 9, 3.34 s.	2
481.	» 10, 3.25 s.	1
487.	» 12, 1.24 s.	2
496.	» 15, 1.23 s.	0
505.	» 18, 2.25 s.	1
508.	» 19, 10.36 m.	1
519.	» 21, 9.34 m.	1
524.	» 22, 12.50 m.	2
539.	» 23, 10.57 m.	2
549.	» 25, 3.12 s.	1
555.	» 26, 9.42 m.	2
560.	» 27, 1.32 s.	1
573.	» 29, 12.47 m.	1
577.	Mai 3, 4.41 s.	2
586.	» 4, 12.18 m.	1
591.	» 6, 10.20 m.	2
605.	» 7, 10.52 m.	0
613.	» 12, 12. 0 m.	0
632.	» 14, 2.45 s.	1
645.	» 16, 10.24 m.	1
649.	» 17, 12.47 m.	1
653.	» 18, 2. 2 s.	2
656.	» 21, 10.35 m.	2
687.	» 23, 2.14 s.	1
698.	» 25, 11. 9 m.	0
717.	» 26, 2.22 s.	1
730.	» 27, 1.35 s.	1
736.	Juin 4, 11.32 m.	1
743.	» 6, 12.48 m.	1
752.	» 10, 1.29 s.	1
764.	» 11, 11.26 m.	2
776.	» 13, 10.54 m.	2
782.	» 14, 11.58 m.	2
784.	» 15, 10.37 m.	2
791.	» 16, 10.45 m.	1
801.	» 17, 2.42 s.	2
809.	» 20, 12.33 m.	2
818.	» 22, 4.31 s.	0
823.	» 24, 5. 4 s.	3
827.	» 25, 12. 5 m.	2
839.	Juillet 5, 12. 7 m.	1
851.	» 6, 12. 4 m.	1
858.	» 7, 12.23 m.	1
862.	» 8, 10.15 m.	1
863.	» 11, 10. 8 m.	4
874.	» 12, 11.42 m.	1
884.	» 13, 12. 4 m.	2
893.	» 14, 10.23 m.	1
907.	» 15, 11.51 m.	1
915.	» 16, 10.44 m.	2
929.	» 18, 11. 7 m.	2
934.	» 19, 10.54 m.	1
956.	» 21, 11.30 m.	1
969.	» 23, 4. 1 s.	2
974.	» 25, 12.45 m.	1
987.	» 26, 12. 5 m.	0
1001.	» 27, 11 26 m.	1
1012.	» 28, 12.15 m.	1
1013.	» 29, 3.45 s.	0
1025.	» 30, 12.50 m.	2
1033.	Août 2, 11.52 m.	1
1062.	» 6, 12.15 m.	2
1073.	» 11, 11.25 m.	1
1098.	» 18, 2.20 s.	1
1102.	» 19, 2.11 s.	2
1106.	» 20, 10.48 m.	2
1115.	» 26, 10.52 m.	2
1132.	» 27, 12. 4 m.	2
1135.	» 29, 3.23 s.	0
1144.	» 31, 12.37 m.	2
1154.	Sept. 1, 12.42 m.	2
1163.	» 2, 12.56 m.	2
1168.	» 3, 11.55 m.	1
1177.	» 5, 11.20 m.	1
1186.	» 6, 12.26 m.	2
1196.	» 8, 4.38 s.	1
1201.	» 9, 12.21 m.	2
1215.	» 15, 3.35 s.	3
1219.	» 16, 11. 0 m.	1
1227.	» 17, 11.10 m.	1
1242.	» 20, 4. 8 s.	1
1246.	» 22, 11.22 m.	2
1253.	» 23, 12. 8 m.	2
1260.	» 24, 12.22 m.	1
1270.	» 26, 1.32 s.	1
1275.	» 27, 11.12 m.	1
1286.	» 28, 11.44 m.	0
1299.	» 29, 1.02 s.	1
1313.	» 30, 2.40 s.	1
1317.	Oct. 3, 10.51 m.	2
1329.	» 4, 1.25 s.	1
1339.	» 5, 11.44 m.	1
1342.	» 7, 10.40 m.	1
1351.	» 10, 10.44 m.	1
1365.	» 11, 10.18 m.	1
1376.	» 12, 10. 0 m.	1
1393.	» 13, 2.30 s.	2
1395.	» 14, 12.14 m.	2
1404.	» 15, 1. 2 s.	1
1411.	» 17, 12.57 m.	1
1423.	» 19, 12.55 m.	1
1429.	» 25, 10. 9 m.	1
1439.	» 27, 2.48 s.	1
1444.	» 28, 10.14 m.	2
1456.	» 29, 11.54 m.	2
1467.	Nov. 5, 12.48 m.	1
1472.	» 10, 11.21 m.	1
1480.	» 12, 9.45 m.	1
1503.	» 15, 12.49 m.	1
1511.	» 16, 10.23 m.	1
1529.	» 18, 12.16 m.	2
1538.	» 19, 1.10 s.	1
1542.	» 21, 11.45 m.	1
1549.	» 26, 2.41 s.	1
1551.	Déc. 3, 10.36 m.	1

» On voit que 132 des 142 clichés présentent un ou plusieurs groupes de facules au méridien central du Soleil (c'est-à-dire, à leurs plus courtes distances du centre); sur 8, il n'apparaît pas de groupes ainsi placés; sur 2, les indications sont douteuses. Si nous ajoutons ces deux derniers aux huit précédents (c'est-à-dire, si nous considérons que, parmi les 142 clichés, 10 sont sans facules au méridien central), nous trouvons une probabilité de 0,93 que, à un instant donné, un ou plusieurs groupes de facules seront au méridien central. De plus, comme le nombre de groupes de facules est indépendant de la longitude héliocentrique de la Terre, il résulte des observations faites à Kenwood, pendant cette époque, que *la probabilité qu'à un instant donné un ou plusieurs groupes de facules seront sur un méridien quelconque du Soleil est* 0,93.

» Donc il n'est pas surprenant que nous trouvions, au moment exact d'une perturbation magnétique terrestre, un groupe de facules ou de taches au méridien central ou au bord est du Soleil, du moins avec l'état actuel de l'activité solaire. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une expression explicite de l'intégrale algébrique d'un système hyperelliptique de la forme la plus générale.* Note de M. F. DE SALVERT, présentée par M. Hermite.

« L'importante question d'Analyse, énoncée dans le titre de cette Note, se trouve abordée incidemment, avec une élégance admirable, dans les *Vorlesungen über Dynamik* de Jacobi. Elle n'y est pas résolue complètement, toutefois, ne venant là qu'en hors-d'œuvre, par les équations (3) de la trentième Leçon (p. 232), car il y reste encore à déterminer les n relations qui existent *a priori* entre les $2n$ constantes d'intégration α_i, α'_j et τ, du moment que n d'entre elles seulement doivent demeurer arbitraires.

» Les calculs développés par nous pour trois variables indépendantes dans les Notes III et V de l'Appendice de notre Mémoire *Sur le Système triplement isotherme* (*Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, t. XV, p. 283-343, et t. XVI, p. 273-298), étant généralisés pour un nombre quelconque de variables, fournissent alors immédiatement la solution complète de cet important problème, sous la forme que nous allons indiquer pour le cas d'un polynôme de degré impair $2n+1$, auquel se ramène aisément, à l'aide d'un procédé très connu, le cas du degré pair $2n+2$.

» N'envisageant que des polynômes à facteurs simples, et faisant

$$(1) \qquad F(\lambda)=f(\lambda)\varphi(\lambda),$$

$$(2) \qquad f(\lambda)=(a_1+\lambda)(a_2+\lambda)\ldots\ldots \quad (a_n+\lambda)(a_{n+1}+\lambda),$$

$$(3) \qquad \varphi(\lambda)=(b_1+\lambda)(b_2+\lambda)\ldots\ldots \quad (b_n+\lambda),$$

je considère, en premier lieu, les développements

$$(4) \qquad f(\lambda)=\sum_{k=0}^{k=n+1} S^{(k)}\lambda^{n+1-k}, \qquad \varphi(\lambda)=\sum_{k=0}^{k=n} U_k\lambda^{n-k},$$

ce qui équivaut, eu égard aux définitions (2) et (3), à poser

$$(5) \quad S^{(0)}=1, \quad S^{(1)}=\sum_i a_i, \quad S^{(2)}=\sum_{ij} a_i a_j, \quad \ldots, \quad S^{(n+1)}=a_1 a_2\ldots a_{n+1},$$

$$(6) \quad U_0=1, \quad U_1=\sum_i b_i, \quad U_2=\sum_{ij} b_i b_j, \quad \ldots, \quad U_n=b_1 b_2\ldots b_n;$$

puis, j'envisage encore les deux développements analogues

$$(7) \qquad \frac{f(\lambda)}{a_i+\lambda}=\sum_{k=0}^{k=n} S_i^{(k)}\lambda^{n-k}, \qquad \frac{f(\lambda)}{(a_i+\lambda)(a_j+\lambda)}=\sum_{k=0}^{k=n-1} S_{ij}^{(k)}\lambda^{n-1-k},$$

dont les $(n+1)+n=2n+1$ coefficients seront dès lors définis, en fonction des précédents $S^{(k)}$ (5), par les $2n+1$ égalités comprises dans l'ensemble des deux types suivants, respectivement pour $k=0, 1, 2, \ldots, n$ quant au premier, et $k=0, 1, 2, \ldots, (n-1)$ quant au second,

$$(8) \quad S^{(k)}=S_i^{(k)}+a_i S_i^{(k-1)}, \qquad S^{(k)}=S_{ij}^{(k)}+(a_i+a_j)S_{ij}^{(k-1)}+a_i a_j S_{ij}^{(k-2)},$$

en convenant, en outre, pour les exposants négatifs, des valeurs

$$S_i^{(-1)}=0, \qquad S_{ij}^{(-1)}=0, \qquad S_{ij}^{(-2)}=0.$$

» J'emprunte enfin à Jacobi (*ibid.*, 26ste Vorles., pp. 200 et 202) les deux systèmes de variables λ_i et X_i liés entre eux par les équations

réciproques

$$\sum_i \frac{X_i^2}{a_i+\lambda_1} = 1, \qquad \sum_i \frac{X_i^2}{a_i+\lambda_2} = 1, \qquad \ldots, \qquad \sum_i \frac{X_i^2}{a_i+\lambda_{n+1}} = 1$$

$$[i = 1, 2, \ldots, (n+1)],$$

$$(9) \qquad X_i^2 = \frac{(a_i+\lambda_1)(a_i+\lambda_2)\ldots(a_i+\lambda_n)(a_i+\lambda_{n+1})}{(a_i-a_1)(a_i-a_2)\ldots(a_i-a_{i-1})(a_i-a_{i+1})\ldots(a_i-a_{n+1})}.$$

» Ces définitions étant admises, et désignant, en outre, par $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n+1}$, $n+1$ constantes liées entre elles par la seule relation

$$(10) \qquad \alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \ldots + \alpha_{n+1}^2 = 1 \quad \text{ou} \quad \sum_i \alpha_i^2 = 1,$$

de manière que n d'entre elles seulement demeurent arbitraires, le système hyperelliptique formé des n équations différentielles

$$(11) \quad \sum_i \frac{d\lambda_i}{\sqrt{F(\lambda_i)}} = 0, \qquad \sum_i \frac{\lambda_i\, d\lambda_i}{\sqrt{F(\lambda_i)}} = 0, \qquad \ldots, \qquad \sum_i \frac{\lambda_i^{n-1}\, d\lambda_i}{\sqrt{F(\lambda_i)}} = 0$$

aura pour intégrale algébrique, sous forme explicite, le système des n équations distinctes renfermées dans le type

$$(12) \quad \sum_{ij} S_{ij}^{(k-1)}(\alpha_i X_j - \alpha_j X_i)^2 = \sum_i S_i^{(k)}\alpha_i^2 - U_k, \quad \begin{cases} i, j = 1, 2, 3, \ldots, (n+1), \\ k = 1, 2, 3, \ldots, n. \end{cases}$$

» Ce résultat, qui résout entièrement la question, permet, si l'on veut, de retrouver, en la complétant, la solution susmentionnée de Jacobi; car, si nous faisons, en terminant,

$$(13) \qquad \mathfrak{X}_{ij} = \alpha_i X_j - \alpha_j X_i, \qquad [i, j = 1, 2, 3, \ldots, (n+1)],$$

il est visible que les $\frac{1}{2}(n+1)n$ quantités $\mathfrak{X}_{ij}$ seront liées entre elles par $\frac{(n+1)n(n-1)}{1.2.3}$ relations linéaires et homogènes, telles que

$$\alpha_i \mathfrak{X}_{jk} + \alpha_j \mathfrak{X}_{ki} + \alpha_k \mathfrak{X}_{ij} = 0, \qquad [i, j, k = 1, 2, 3, \ldots (n+1)],$$

Or, comme ces relations ne seront pas toutes distinctes, mais qu'elles se réduiront à $\frac{1}{2}n(n-1)$ seulement, étant jointes alors aux n équations (12), qui deviennent avec la notation (13)

$$\sum_{ij} S_{ij}^{(k-1)} \mathfrak{X}_{ij}^2 = \sum_i S_i^{(k)} \alpha_i^2 - U_k, \qquad (k = 1, 2, 3, \ldots, n),$$

elles formeront donc un total de $\frac{1}{2}n(n-1)+n=\frac{1}{2}n(n+1)$ équations distinctes qui fourniront pour chacune des $\frac{1}{2}n(n+1)$ quantités $\mathfrak{X}_{ij}$ une valeur constante déterminée; c'est-à-dire, en d'autres termes, qu'elles équivaudront ensemble à pareil nombre de relations complètement déterminées, telles que

$$(14) \qquad \alpha_i X_j - \alpha_j X_i = \mathfrak{F}_{ij}(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n+1}),$$

ce qui est précisément la forme de la solution que donnent les équations (3) précitées de Jacobi (*Vorles.*, p. 232) par l'élimination de sa variable auxiliaire t, mais en mettant en évidence cette fois la forme explicite des fonctions $\mathfrak{F}_{ij}$ des véritables arbitraires de l'intégration, pour la détermination desquelles la méthode empruntée à la Dynamique par l'illustre Auteur ne semble fournir aucune possibilité. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une généralisation des courbes de M.* Bertrand. Note de M. **Alphonse Demoulin**, présentée par M. Darboux.

« Une courbe Γ étant donnée, appelons *sécante de paramètres* α, β, γ toute droite s'appuyant sur la courbe en un certain point et faisant avec la tangente, la normale principale et la binormale en ce point, des angles de cosinus proportionnels à α, β, γ.

» La définition des courbes de M. Bertrand peut être généralisée de la manière suivante :

» α, β, γ *étant trois constantes, trouver une courbe* Γ *dont les sécantes de paramètres* α, β, γ *soient en même temps les sécantes de mêmes paramètres d'une autre courbe* Γ′.

» Soient O un point quelconque de la courbe Γ et Ox, Oy, Oz la tangente, la normale principale et la binormale en ce point. Posons

$$\alpha^2+\beta^2+\gamma^2=1,$$

en sorte que α, β, γ seront les cosinus directeurs de la sécante S de paramètres α, β, γ qui passe par le point O. Appelons O′ le point où la droite S s'appuie sur la courbe Γ′ et posons OO′ $= l$.

» En supposant que le trièdre Oxyz se déplace de manière que la vitesse du point O soit constante et égale à l'unité, on a pour les compo-

santes de la vitesse et de l'accélération du point O'

$$\begin{aligned} V_x &= 1 - rl\beta + \alpha l', \\ V_y &= r\alpha l - p\gamma l + \beta l', \\ V_z &= \qquad p\beta l + \gamma l'. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} J_x &= l(-r^2\alpha + pr\gamma - \beta r') - 2\beta r l' + \alpha l'', \\ J_y &= r + l[-\beta(r^2+p^2) + \alpha r' - \gamma p'] + 2l'(\alpha r - \gamma p) + \beta l'', \\ J_z &= l(pr\alpha - p^2\gamma + \beta p') + 2l'\beta p + \gamma l''. \end{aligned}$$

» Dans ces équations, r et p désignent respectivement la courbure et la torsion au point O; les accents dénotent des dérivées relatives à l'arc s de la courbe Γ.

» Posons

$$(1)\qquad \left\{ \begin{aligned} N_x &= J_y V_z - J_z V_y, \\ N_y &= J_z V_x - J_x V_z, \\ N_z &= J_x V_y - J_y V_x; \end{aligned} \right.$$

le vecteur, dont les composantes sont N_x, N_y, N_z, est évidemment parallèle à la binormale à la courbe Γ' au point O'.

» Nous exprimerons toutes les conditions du problème en écrivant que la direction de la vitesse du point O' fait avec la droite O'O un angle dont le cosinus est égal à α, et que le cosinus de l'angle de O'O et du vecteur (N_x, N_y, N_z) est égal à γ. Nous obtiendrons ainsi les deux équations

$$(2)\qquad \begin{aligned} \alpha V_x + \beta V_y + \gamma V_z &= \alpha\sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}, \\ \alpha N_x + \beta N_y + \gamma N_z &= \gamma\sqrt{N_x^2 + N_y^2 + N_z^2}, \end{aligned}$$

dont la première peut être mise sous la forme

$$(3)\qquad \left\{ \begin{aligned} &(l'^2 + 2l'\alpha)(1-\alpha^2) \\ &\quad = \alpha\{-2rl\beta + r^2l^2(\beta^2+\alpha^2) + p^2l^2(\beta^2+\gamma^3) - 2rp\alpha\gamma l\}. \end{aligned} \right.$$

» Il s'agit maintenant de déduire des équations (2) et (3) les expressions les plus générales de r, de p et de l en fonction de l'arc s de la courbe Γ. Nous avons résolu cette question dans le cas où les sécantes S sont situées dans l'une des faces du trièdre $Oxyz$.

» Premier cas : *Les sécantes sont dans le plan normal :* $\alpha = 0$. — L'équation (3) montre que l doit être constant. Les équations (1) donnent

ensuite

$$N_x = p^2 l(pl - \beta r\theta),$$
$$N_y = p^2 l(\beta\theta' + \gamma),$$
$$N_z = r + r^2 pl^2 - 2r^2 l\beta - l\beta p^2 + l^2 r^3 \beta^2 + p^2\gamma l\theta',$$

pourvu qu'on pose

(4) $$1 - rl\beta = p\theta.$$

Portant ces valeurs de N_x, N_y, N_z dans l'équation (2), on aura une relation de la forme

(5) $$\varphi(r, p, \theta, \theta') = 0.$$

Si l'on prend pour θ une fonction arbitraire de l'arc s, les équations (4) et (5), résolues par rapport à r et à p, donneront les expressions les plus générales de la courbure et de la torsion des lignes cherchées.

» Deuxième cas : *Les sécantes sont dans le plan rectifiant :* $\beta = 0$. — On trouve

$$J_x = -lr\omega + \alpha l'',$$
$$J_y = r + l\omega' + 2l'\omega,$$
$$J_z = lp\omega + \gamma l'',$$

en posant

(6) $$r\alpha - p\gamma = \omega.$$

L'équation (3) devient

(7) $$\omega^2\alpha^2 l^2 = \gamma^2(l'^2 + 2l'\alpha).$$

Comme on peut exprimer J_x, J_y, J_z en fonction de r, p, l, l', l'', l'équation (2) sera de la forme

(8) $$\varphi(r, p, l, l', l'') = 0.$$

Mais, en vertu de (7), l'équation (6) peut s'écrire

(9) $$(r\alpha - p\gamma)\alpha l = \gamma\sqrt{l'^2 + 2l'\alpha}.$$

La résolution des équations (8) et (9) donnera les expressions les plus générales de r et de p.

» Troisième cas : *Les sécantes sont dans le plan osculateur :* $\gamma = 0$. — On a dans ce cas

$$N_x = \alpha\beta l^2(pr - rp') - ll'\beta^2 p'$$
$$+ [r - l\beta(r^2 + p^2) + 2l'\alpha r + \beta l'']pl\beta - (lpr\alpha + 2l'\beta p)(r\alpha l + \beta l'),$$
$$N_y = l^2\beta^2(pr' - rp') + l\beta p' + \alpha\beta p' ll'$$
$$+ (lpr\alpha + 2l'\beta p)(1 - rl\beta + \alpha l') + pl\beta(r^2 l\alpha + 2\beta rl' - \alpha l''),$$

et l'équation (2) devient

$$\beta p l^2 \left(\frac{\sigma}{l}\right)' - \alpha p^2(\sigma^2 + l^2\beta^2) + \beta^2(l' + \alpha) = 0,$$

pourvu qu'on pose

$$(10) \qquad lr - \beta = p\sigma.$$

» L'équation (3) donne, d'autre part,

$$(11) \qquad \beta(l' + \alpha)^2 = \alpha^2 p^2(\sigma^2 + l^2\beta^2).$$

Éliminons p entre (10) et (11); nous aurons

$$\frac{\left(\frac{\sigma}{l\beta}\right)'}{\sqrt{1 + \left(\frac{\sigma}{l\beta}\right)^2}} = \frac{l'}{l},$$

d'où, en intégrant et désignant par μ une constante arbitraire,

$$\sigma = \frac{\beta(\mu^2 l^2 - 1)}{2\mu}.$$

» Cette dernière relation, jointe aux équations (10) et (11), permettra d'obtenir les expressions les plus générales de r et de p. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces qui admettent un système de lignes de courbure sphériques et qui ont même représentation sphérique pour leurs lignes de courbure*. Note de M. **Blutel**, présentée par M. Darboux.

« Si nous supposons connue l'une de ces surfaces (S_1), toutes les surfaces correspondantes (S) peuvent s'en déduire au moyen de la propriété suivante :

» Les développables normales à (S) et (S_1) le long de deux lignes de courbure sphériques correspondantes (C) et (C_1) sont homothétiques.

» Si l'on appelle O et O_1 les centres des sphères qui renferment (C) et (C_1), le centre d'homothétie I est placé sur la droite OO_1 et le rapport d'homothétie est égal à $\frac{IO}{IO_1}$. Les deux courbes décrites par les centres de sphères ont leurs tangentes parallèles aux points O et O_1 et la droite OO_1 engendre une développable dont l'arête de rebroussement est le lieu du point I.

» Cette propriété paraît susceptible de nombreuses applications; en voici une :

» Si une courbe (C_1) de la surface (S_1) est algébrique, il en est de même pour la développable normale à (S_1) le long de (C_1) et, par suite, pour toutes les développables normales aux surfaces (S) le long des courbes (C) qui correspondent à (C_1); les courbes (C) sont donc aussi algébriques et, sur toutes les surfaces (S), il y a une ligne de courbure algébrique. Mais, parmi ces surfaces en nombre infini, il y en a pour lesquelles les sphères qui renferment les lignes de courbure sphérique passent par un point fixe; prenons-en une (S_2) et effectuons une inversion en prenant pour pôle le point fixe; (S_2) sera remplacée par une surface ayant un système de lignes de courbure planes dont une algébrique et, par suite, dont toutes sont algébriques, d'après une proposition connue. Inversement, toutes les lignes de courbure sphériques de (S_2) sont algébriques, et il en est de même pour toutes les surfaces (S) qui lui correspondent. Nous pouvons donc énoncer le théorème suivant :

Si une surface (S_1) *admet un système de lignes de courbure sphériques dont une est algébrique, toutes sont algébriques.*

» *Il en est de même pour les lignes de courbure sphériques de toutes les surfaces* (S) *qui ont avec* (S_1) *même représentation sphérique de leurs lignes de courbure.* »

OPTIQUE. — *Sur des franges d'interférences semi-circulaires.* Note de M. **G. Meslin**, présentée par M. Mascart.

« Les franges d'interférences que donnent habituellement les miroirs de Fresnel, le biprisme, etc., sont sensiblement rectilignes comme étant les sections par un plan parallèle à l'axe d'hyperboloïdes dont les foyers sont P et P'; cela tient à ce que la lumière se propage perpendiculairement à la droite PP'. Si, au contraire, elle se propageait dans le sens PP' de l'axe de révolution, l'écran perpendiculaire à cette ligne déterminerait dans ces surfaces des sections circulaires, et les franges auraient la forme d'une circonférence dont on verrait un arc plus ou moins grand suivant l'empiètement plus ou moins considérable des deux faisceaux.

» J'ai obtenu, en effet, ces franges circulaires avec le dispositif suivant :

» On sépare les deux demi-lentilles de Bellet et on les met à la suite l'une de l'autre devant un *trou de très petites dimensions,* vivement éclairé par de la lumière solaire.

» On dirige le faisceau lumineux conique de façon qu'il tombe sur l'une et l'autre des lentilles, que l'on règle de manière que le trou S et les deux centres optiques C et C′ soient très sensiblement en ligne droite, cette droite étant d'ailleurs l'axe du faisceau lumineux.

» Dans ces conditions, le point S donne avec l'une des lentilles un faisceau qui se concentre en P pour diverger au delà; il donne avec l'autre lentille des rayons qui convergent en P′; entre P et P′ les deux faisceaux ont un champ commun où l'on peut apercevoir au microscope des franges d'interférence formant une moitié de circonférence.

» La distance des points P et P′ représente une différence de marche considérable; mais les deux rayons qui se rencontrent en un point du champ commun peuvent interférer, car ils n'ont qu'un faible retard provenant de ce qu'ils ont suivi des chemins presque identiques depuis leur commune origine S.

» Supposant les conditions précédentes réalisées, le retard en M est

$\varphi + MP$ pour le rayon qui a dépassé le point P,
$\varphi' - MP'$ pour celui qui n'a pas atteint P′;

la différence est

$$MP + MP' + \varphi - \varphi'.$$

φ et φ' expriment les retards de ces rayons en P et P′ par rapport à l'origine S, par exemple; mais, en raison du tautochronisme des foyers, ce sont des quantités indépendantes des rayons choisis et, en désignant $\varphi - \varphi'$ par π qui n'est autre ici que le segment PP′, on a

$$\delta = MP + MP' - \pi, \qquad MP + MP' = \delta + \pi = k\frac{\lambda}{2} + \pi.$$

» Entre P et P′ les lieux correspondant à des retards égaux sont donc des ellipsoïdes de foyer P et P′ et les franges sont des cercles dont le rayon y est l'ordonnée de l'ellipse

$$\frac{x^2}{\alpha^2} + \frac{y^2}{\beta^2} - 1 = 0,$$

$$y = \frac{\beta}{\alpha}\sqrt{\alpha^2 - x^2} = \frac{\beta}{\alpha}\sqrt{(\alpha + x)(\alpha - x)},$$

$$2\alpha = \delta + \pi, \qquad \beta = \sqrt{\alpha^2 - \gamma^2} = \sqrt{\frac{(\delta + \pi)^2 - \pi^2}{4}} = \frac{\sqrt{2\pi\delta + \delta^2}}{2},$$

ou sensiblement

$$2\alpha = \pi, \qquad 2\beta = \sqrt{2\pi\delta} = \sqrt{k\lambda\pi},$$

π étant incomparablement plus grand que δ, d'où

$$y = \sqrt{\frac{k\lambda}{\pi}\left(\frac{\pi}{2}+x\right)\left(\frac{\pi}{2}-x\right)}.$$

» En opérant en lumière homogène, on a les deux lois :

» 1° Pour une même valeur de x (position de l'écran) les rayons des franges croissent comme les racines carrées des nombres entiers;

» 2° Ces franges sont plus ou moins larges suivant la valeur du produit $\left(\frac{\pi}{2}+x\right)\left(\frac{\pi}{2}-x\right)$; le maximum a lieu pour $x=0$; les franges sont, en effet, très fines aux environs de P, s'élargissent, présentent un maximum au milieu de PP′ pour décroître ensuite.

» En réalité, l'expérience ne peut être disposée exactement comme il a été dit, par suite de ce fait que les deux centres optiques C, C′ ne sont pas exactement sur la partie terminale des demi-lentilles, mais un peu en dehors; si bien que si les trois points S, C, C′ étaient en ligne droite, les faisceaux n'auraient qu'une très petite partie commune; dans la pratique, on est obligé de déplacer chacune des lentilles perpendiculairement à la droite CC′, de façon à produire la superposition des deux faisceaux au point où l'on désire examiner les franges.

» Ce déplacement déforme légèrement les franges; car l'écran n'est plus perpendiculaire à la ligne PP′ sur laquelle elles continuent à être centrées et qui peut être d'ailleurs très éloignée du centre du champ; de plus, ce retard PP′ ne correspond plus à un retard nul, mais à un retard minimum variable avec la couleur; et comme ce retard peut être très grand, le centre perd le caractère de frange centrale et peut même n'être pas visible (¹).

» Mais on a, en revanche, l'avantage de pouvoir examiner ces franges dans une étendue beaucoup plus considérable et, notamment, en dehors de l'intervalle PP′.

Alors le retard δ en un point M′ est

$$\delta = (M'P-\varphi)-(M'P'-\varphi') = M'P - M'P' + \varphi - \varphi';$$
$$M'P - M'P' = \delta + \pi,$$

(¹) Cette double circonstance, et le déplacement continu qu'il faut donner aux lentilles, rend difficile la constatation du changement de signe par le passage au foyer, changement de signe si bien mis en évidence par M. Gouy, et que j'ai précisément essayé de vérifier par ce dispositif; son introduction n'apporterait aucune modification aux calculs précédents; k serait seulement changé d'une unité.

et les franges sont sur un hyperboloïde de foyers P et P'; dans cette disposition, π n'est plus égal à PP'.

» On peut ainsi voir les franges très près de la seconde lentille; on voit un groupe de cinq ou six franges larges, facilement visibles à la loupe de part et d'autre d'une frange achromatique. Elles tournent leur concavité vers la gauche dans ma disposition; elles se resserrent lorsqu'on approche de P, disparaissent, reparaissent très fines au delà; mais, tournées vers la droite, s'élargissent pour se resserrer, disparaître en P' et se produisent de nouveau après ce point, mais tournées vers la gauche; en suivant ces déformations, on reconnaît deux portions pour lesquelles les franges apparaissent en bien plus grand nombre et couvrent tout le champ; ce phénomène se produit à 4^{cm} au delà de P et entre 60^{cm} et 70^{cm} au delà de P', en supposant

$$SC = 40^{cm}, \qquad SC' = 25^{cm}, \qquad f = 20^{cm},$$

qui sont les conditions où je me suis placé.

» Ce sont là deux positions d'achromatisme sur lesquelles je me propose de revenir dans une prochaine Communication. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude des fluorures de chrome.* Note de M. C. **Poulenc**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les fluorures de chrome n'ont été jusqu'ici l'objet que d'un petit nombre de travaux. Les recherches de Henri Sainte-Claire Deville (1) *sur le sesquifluorure de chrome anhydre* et celles de M. Fabris (2) *sur un fluorure chromique violet* $Cr^2F^6, 9H^2O$ sont à peu près les seules que nous connaissions sur ce sujet.

» Nous basant sur les méthodes générales que nous avons énoncées dans une Note précédente (3), nous avons réussi à préparer les proto et sesquifluorures de chrome anhydres et cristallisés. Nous joindrons, à la description de ces deux composés, celle d'un nouvel hydrate de fluorure chromique $Cr^2F^6, 7H^2O$ et une nouvelle préparation du fluorure double de chrome et de potassium $Cr^2F^6, 6KF$.

(1) Henri Sainte-Claire Deville, *Des sesquifluorures métalliques* (*Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. XLIX, p. 79).

(2) Fabris, *Gazetta chimica ital.,* t. 20, p. 582.

(3) C. Poulenc, *Sur les fluorures de fer anhydres et cristallisés* (*Comptes rendus,* t. CXV, p. 941).

» Fluorure chromeux : CrF^2. — Ce composé, que nous sommes les premiers à faire connaître, peut être obtenu :

» 1° *Par l'action de l'acide fluorhydrique gazeux sur le chrome métal.* — L'attaque du chrome n'a lieu qu'au-dessus du rouge et s'effectue dans un tube de platine que traverse un courant continu de gaz fluorhydrique. On obtient après refroidissement une belle matière verte fondue, à texture cristalline, qui est le fluorure chromeux. Nous n'avons pas réussi à le volatiliser, même à 1300°.

» 2° *Par l'action de l'acide fluorhydrique gazeux sur le chlorure chromeux.* — La transformation se fait à la température ordinaire, et le fluorure ainsi obtenu conserve la même forme que le chlorure qui lui a donné naissance. Porté vers 1100°, le fluorure fond et revêt les mêmes caractères que ci-dessus.

» *Propriétés.* — Le protofluorure de chrome est une masse fondue, verte et transparente, d'un éclat nacré. Sa cassure est très brillante et lamelleuse.

» Sa densité est de 4,11.

» Il est peu soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool. L'acide chlorhydrique bouillant le dissout, alors que l'acide azotique ne l'attaque que faiblement. L'acide sulfurique, même à chaud, n'agit que lentement.

» Il est réduit par l'hydrogène à partir du rouge sombre.

» Calciné à l'air, il se transforme en sesquioxyde de chrome.

» La vapeur d'eau passant sur le protofluorure de chrome porté au rouge donne du sesquioxyde de chrome et de l'acide fluorhydrique.

» L'hydrogène sulfuré donne, dans les mêmes conditions, du sulfure de chrome noir et de l'acide fluorhydrique.

» Le fluorure chromeux est décomposé au rouge par l'acide chlorhydrique.

» L'azotate de potasse fondu l'attaque très facilement en le transformant en chromate neutre de potasse.

» Les carbonates alcalins agissent différemment selon la température. Traité par les carbonates en fusion, le fluorure chromeux se décompose d'abord en oxyde de chrome et fluorure alcalin, puis en chromate neutre si l'on soumet le mélange à une température élevée (1).

» Sesquifluorure de chrome : Cr^2F^6. — Nous avons obtenu ce composé par les mêmes procédés qui nous avaient servi à préparer le sesquifluorure de fer.

» Action de l'acide fluorhydrique gazeux :

» 1° Sur le fluorure chromique amorphe et anhydre ;

» 2° Sur le sesquichlorure de chrome anhydre ;

» 3° Sur le sesquioxyde de chrome précipité ;

» 4° Sur le fluorure chromique hydraté.

» Nous ne décrirons en détail que l'action de l'acide fluorhydrique sur le sesquichlorure de chrome comme nous ayant donné les résultats les plus intéressants.

---

(1) Analyse :

	Trouvé.		Calculé pour CrF^2.
Cr..........	57,79	57,92	58,1

» *Action de* HFl *sur* Cr^2Cl^6. — La réaction n'a lieu qu'au rouge sombre et donne naissance à une masse verte de fluorure chromique non cristallisé. Mais si l'on élève la température vers 1200° et qu'on laisse refroidir le tube de platine dans le courant d'acide fluorhydrique gazeux, on observe le phénomène suivant : une partie du fluorure a été volatilisé sous forme d'aiguilles très fines, enchevêtrées les unes dans les autres et constituant une masse très légère, plus ou moins verdâtre, selon la grosseur des aiguilles. Quant au contenu de la nacelle de platine, il est composé d'une masse fondue, vert foncé, à la surface de laquelle on voit de longs prismes très bien définis et d'une masse très bien cristallisée, formée de petits prismes verts et très réfringents.

» Ces trois substances ont d'ailleurs la même composition et représentent le sesquifluorure de chrome anhydre sous ses différents états.

» *Propriétés.* — Le fluorure chromique volatilisé est donc constitué par de fines aiguilles verdâtres.

» Sa densité est égale à 3,78.

» Il est insoluble dans l'eau et dans l'alcool. Les acides chlorhydrique, azotique et sulfurique ne l'attaquent que faiblement, même à chaud. Calciné à l'air, le fluorure chromique se transforme intégralement en sesquioxyde de chrome qui conserve la même forme cristalline. Nous avons pu, par ce procédé, doser le chrome dans ce composé.

» L'hydrogène le réduit à partir du rouge sombre.

» La vapeur d'eau le décompose au rouge en sesquioxyde de chrome et acide fluorhydrique.

» Dans les mêmes conditions, il se fait avec l'hydrogène sulfuré du sulfure noir de chrome et de l'acide fluorhydrique et, avec l'acide chlorhydrique gazeux, du sesquichlorure de chrome avec élimination d'acide fluorhydrique.

» Fondu avec le nitrate de potasse, le fluorure chromique se transforme en chromate de potasse.

» Les carbonates alcalins donnent, suivant la température, de l'oxyde de chrome et un fluorure alcalin ou bien un chromate de potasse ou de soude lorsqu'on élève davantage la température [1].

» Fluorure de chrome hydraté $Cr^2F^6, 7H^2O$. — On obtient ce fluorure en poudre cristalline lorsqu'on verse une solution aqueuse de fluorure chromique dans l'alcool.

» Dans le cas où la diffusion s'effectue très lentement, il se présente en petits prismes verts clairs, quelquefois maclés [2].

---

[1] *Analyse :*

	Trouvé.			Calculé pour Cr^2F^6.
Cr...........	48,1	48,1	47,85	47,94 pour 100

[2] *Analyse :*

	Trouvé.			Calculé pour $Cr^2F^6, 7H^2O$.
Cr...........	29,5	30,18	30,22	30,48 pour 100
H^2O..........	35,75	36,11	»	36,52 pour 100

» FLUORURE DOUBLE DE CHROME ET DE POTASSIUM $C^2F^6, 6KF$. — Ce composé, qui a été obtenu pour la première fois par M. Christensen ([1]) sous forme de poudre cristalline, peut être préparé très bien cristallisé par l'action du sesquichlorure de chrome sur le fluorhydrate de fluorure de potassium ([2]). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un nouveau procédé de soudure, pour l'aluminium et divers autres métaux;* par M. **J. Novel**. (Extrait.)

« La soudure de l'aluminium se fait, avec l'alliage indiqué ci-après, au fer à souder de ferblantier; cette soudure est très solide, s'exécute rapidement, sans aucune difficulté : l'aluminium reste intact après la soudure. On peut également se servir du chalumeau.

» Cette matière revient meilleur marché que toutes celles qui ont servi jusqu'à présent pour souder les métaux, soit le borax, la résine et l'acide chlorhydrique; elle a l'avantage sur ces dernières de ne pas oxyder le métal, et d'empêcher la soudure de se détériorer.

» L'étamage de l'aluminium, s'il est nécessaire, se fait avec cette même matière aussi facilement que la soudure.

» On peut également souder le bronze d'aluminium avec une des soudures ci-dessous, qui a la même couleur. Elle soude, en outre, avec une facilité remarquable, tous les métaux, tels que : fer, fer-blanc, zinc, cuivre, laiton, nickel, etc. On peut souder l'aluminium avec un morceau de cuivre, zinc, laiton, fer, fer-blanc, nickel, etc.; cette soudure est d'une grande solidité.

Soudures employées pour souder l'aluminium.

Soudure n° 1 :	Étain pur sans alliage ...		Fond à 250°.
Soudure n° 2 :	Étain pur	1000gr	Fond de 280 à 300°.
	Plomb fin	50gr	
Soudure n° 3 :	Étain pur	1000gr	Fond de 280° à 320°.
	Zinc pur	50gr	

» Ces trois soudures ne donnent aucune teinte à l'aluminium et le laissent intact; elles peuvent donc servir pour la fabrication des bijoux et des articles de fantaisie, qu'on fait maintenant en quantité considérable.

([1]) CHRISTENSEN, *Journal praktische Chemie* (2). t. XXXV, p. 161.

([2]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie de Paris.

» Se servir de préférence d'un fer à souder en nickel pur.

Soudure n° 4 : Étain pur............	1000gr		Fond de 350° à 450°.
Cuivre rouge ...	10gr à	15gr	
Soudure n° 5 : Étain pur............	1000gr		Fond de 350° à 450°.
Nickel pur	10gr à	15gr	

» Ces deux soudures donnent une très légère teinte jaune à l'aluminium, mais ont cet avantage de fondre à une température plus élevée, sont plus dures et plus fortes; elles sont tout indiquées :

» 1° Pour les divers objets qu'on fait maintenant en fer battu, étamé ou émaillé, en fer-blanc, cuivre, zinc, laiton, nickel, etc., mais qui seraient remplacés avec avantage par d'autres en aluminium, vu que ce métal est inoxydable.

» 2° Pour tous les travaux de bâtiment, pour lesquels on a employé jusqu'à ce jour le zinc, le fer-blanc et le plomb, qui s'oxydent très rapidement, tandis que l'aluminium aurait une durée presque illimitée.

Soudure n° 6 : Étain pur.......	900gr	Fond autour de 350° à 450°.
Cuivre rouge....	100	
Bismuth........	2 à 3	

» Cette dernière soudure a une teinte jaune or et peut servir à souder le bronze d'aluminium; en mettant plus ou moins de cuivre à cette soudure, on peut augmenter ou diminuer la couleur jaune : on réglera la quantité de bismuth de façon que la soudure fonde à une température qui permette de se servir du fer à souder de ferblantier. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide acétique et de l'acide formique sur le térébenthène.* Note de MM. **Bouchardat** et **Oliviero**.

« L'un de nous, avec le concours de M. Lafont, a étudié l'action de l'acide acétique cristallisable sur l'essence de térébenthine lévogyre, à froid et à diverses températures, 100°, 150°, 200°. Il a montré qu'il se forme, à froid et à 100°, un mélange complexe de terpilène lévogyre, d'acétate de terpilénol $C^{20}H^{16}C^4H^4O^4$, ainsi que de ses deux isomères les acétates de bornéol et d'isobornéol. A 150° et 200°, la production d'acétate de terpilénol est nulle; les autres produits persistent.

» Nous avons actuellement étudié l'influence qu'exercent des quantités croissantes d'eau sur les mélanges d'acide acétique et de térébenthène, tant au point de vue de la vitesse de combinaison que de la nature des combinaisons produites.

» Tous les mélanges examinés ont été placés dans des vases scellés à la lampe,

remplis au préalable de gaz carbonique pour éviter l'oxydation. Ils ont été abandonnés, pendant trois années, du 15 octobre 1889 au 2 décembre 1892, à la température du laboratoire. Le carbure et le mélange d'eau et d'acide ont formé, dans tous les vases, deux couches distinctes pendant toute la durée de l'action.

» Le premier mélange renfermait 1 molécule de carbure, 2 molécules d'acide acétique et $\frac{1}{2}$ molécule d'eau; après trois ans de contact, il y avait 16gr d'acide fixé pour 136gr d'essence, soit 26,6 pour 100 du carbure combiné pour donner des monoacétates. En ajoutant de l'eau au mélange pour enlever l'excès d'acide, on a constaté la formation de traces, moins de 0gr,10, de terpine $C^{20}H^{16}3H^2O^2$.

» Le second mélange renfermait 1 molécule de carbure, d'acide et d'eau. Il y a eu 11gr d'acide fixé et dépôt, par l'addition d'eau, de traces de terpine. Il y a donc eu 18,3 pour 100 de l'essence combinée.

» Le troisième mélange, formé de 1 molécule de carbure, 1 d'acide et 2 d'eau, a fourni 7gr,3 d'acide fixé, soit 12,2 pour 100 d'essence combinée. On n'a pas observé de dépôt de terpine.

» Le quatrième mélange, formé de 1 molécule de carbure, 1 d'acide et 5 d'eau, n'a fourni que 2gr,2 d'acide fixé, soit 3,6 pour 100 d'essence combinée.

» Un cinquième mélange, de 1 molécule de carbure, 1 molécule d'acide et 25 d'eau, n'a donné aucun phénomène, pas d'acide fixé, le carbure a été retrouvé avec son pouvoir rotatoire originel.

» On voit que la présence de quantités croissantes d'eau ajoutée diminue rapidement la vitesse de combinaison du carbure avec l'acide. Les produits formés sont identiques dans tous les cas, sauf le dernier où il n'y a pas eu d'action. Il y a eu transformation partielle, et de moins en moins prononcée, du térebenthène en terpilène isomérique actif; ce qui est attesté par une augmentation de pouvoir rotatoire des parties carburiques et leur séparation en térébenthène primitif bouillant à 157° et en terpilène bouillant vers 175°.

» Le composé résultant de l'union de l'acide et du carbure a été isolé par distillation dans le vide. On a reconnu qu'il était formé par un composé unique, l'acétate de terpilénol $C^{20}H^{16}C^4H^4O^4$, qui, saponifié, fournit d'emblée du terpilénol pur, cristallisant après une seule rectification dans le vide, à pouvoir rotatoire voisin de $-80°$ et fusible vers $+33°$. Il ne nous a pas été possible de constater la formation de bornéol ni d'isobornéol. L'addition d'eau à l'acide change donc la nature des produits formés. C'est là un fait comparable à celui que l'on observe dans l'action de l'acide chlorhydrique sur le térébenthène; le gaz sec donnant surtout du camphre artificiel $C^{20}H^{16}HCl$, les solutions, ainsi que l'a montré M. Berthelot, donnant surtout du dichlorhydrate $C^{20}H^{16}, 2HCl$.

» Nous avons répété les mêmes essais avec l'acide formique cristallisable et l'eau.

» Le premier mélange, contenant 1 molécule de carbure, 2 d'acide et 1 d'eau, formait, au début, deux couches; après six mois, le tout était homogène; après deux ans, il s'était séparé en deux couches. A la fin de l'expérience, on a retrouvé presque tout l'acide libre. Les produits formés étaient, pour la presque totalité, du diterpilène $C^{40}H^{32}$ inactif, avec un peu de terpilène inactif également, et des traces d'un acétate qui, par la saponification, a fourni du bornéol peu actif $[\alpha]_D = -14°$.

» D'après la marche de la réaction, il y a d'abord eu union du térébenthène à l'acide, avec formation presque exclusive d'acétate de terpilénol; puis, l'excès d'acide continuant à agir sur les produits formés a détruit ces combinaisons en polymérisant le carbure, ainsi que l'a établi M. Lafont. Les dérivés bornéoliques résistant, leur production par l'acide formique, presque nulle d'ailleurs, a pu être mise en évidence. L'action de l'acide formique, comparable à celle des acides minéraux, a détruit ou modifié les pouvoirs rotatoires, même du bornéol, composé très stable.

» Le second mélange, à nombre égal de molécules d'acide, de carbure et d'eau, était devenu homogène. On n'a pu y doser l'acide fixé. Lors d'addition de l'eau, il s'y est produit un abondant dépôt de terpine, correspondant à la transformation de 20,5 pour 100 de l'essence. Le produit huileux accompagnant la terpine était formé, pour un tiers environ, de terpilène, dont le pouvoir rotatoire avait été très atténué, $\alpha_D = -23°,50'$, et le reste par de l'acétate de terpilénol à faible pouvoir rotatoire, dont on retire facilement ce dernier par saponification. Il ne restait pas de térébenthène non modifié.

» Le troisième mélange, 1 molécule de carbure, 1 d'acide et 3 d'eau, est formé de deux couches; il a fourni 6^{gr} d'acide fixé, soit 13 pour 100; l'addition d'eau y détermine la séparation de 5^{gr} de terpine cristallisée, soit 2,6 pour 100 d'essence transformée et 15^{gr} de formiate de terpilénol peu actif, $\alpha_D = -36'$; le reste est formé d'essence non modifiée, avec un peu de terpilène à pouvoir rotatoire atténué.

» Le quatrième mélange, 1 molécule de carbure et d'acide et 5 d'eau, a encore fourni 5^{gr} d'acide fixé, $3^{gr},5$ de terpine, 10^{gr} d'un acétate de terpilénol peu actif, $\alpha_D = -37°$; le reste, constitué par le carbure inaltéré, mélangé d'un peu de terpilène un peu plus actif.

» Le cinquième mélange n'a fourni aucune portion d'acide fixé, le carbure primitif était inaltéré.

» L'action de l'acide formique en présence de l'eau sur le térébenthène se distingue donc par une action plus violente, détruisant le pouvoir rotatoire; se distinguant aussi, pour les mélanges à 1, 3 et 5 molécules d'eau, par une formation abondante de terpine libre, qui n'a pu être observée avec l'acide acétique qu'en proportion extrêmement faible et dans les mélanges 1 et 2. Cette action spéciale de l'acide formique rend compte de la présence de petites quantités de terpine dans les essences hydratées conservées depuis un certain temps, l'acide formique existant dans toutes ces essences. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur le mode d'élimination de l'oxyde de carbone*. Note de M. **L. de Saint-Martin**.

« Dans trois Notes précédentes ([1]), je crois avoir démontré les faits suivants :

» 1° Quand on maintient longtemps, à la température de 38° et à l'abri de l'air, un mélange de sang oxygéné et de sang oxycarboné, une certaine quantité d'oxyde de carbone finit par disparaître, très probablement en se transformant en acide carbonique.

» 2° Si, à l'aide du procédé de dosage que j'ai fait connaître, on détermine rigoureusement, d'une part, le volume d'oxyde de carbone absorbé par un lapin soumis à un empoisonnement partiel, et, d'autre part, les quantités de ce gaz qu'il exhale en nature pendant trois heures consécutives, ainsi que celle qui a été retenue par son sang à la fin de l'expérience, on constate un déficit imputable à la destruction d'une partie du gaz toxique, selon le processus reconnu *in vitro*.

» Dans cette dernière Note je résumerai quelques expériences qui confirment pleinement cette manière de voir.

» J'ai fait vivre des lapins dans un appareil de Regnault et Reiset modifié (voir la figure), en présence d'une quantité connue d'oxyde de carbone.

» Au bout de deux heures de marche, quand j'étais en droit de supposer le mélange des gaz formant l'atmosphère confinée aussi parfait que possible, et un équilibre stable établi entre le sang de l'animal et l'air partiellement toxique qu'il respirait, je faisais un premier prélèvement du mélange gazeux (1200^{cc} environ) et j'y dosais l'oxyde de carbone par mon procédé.

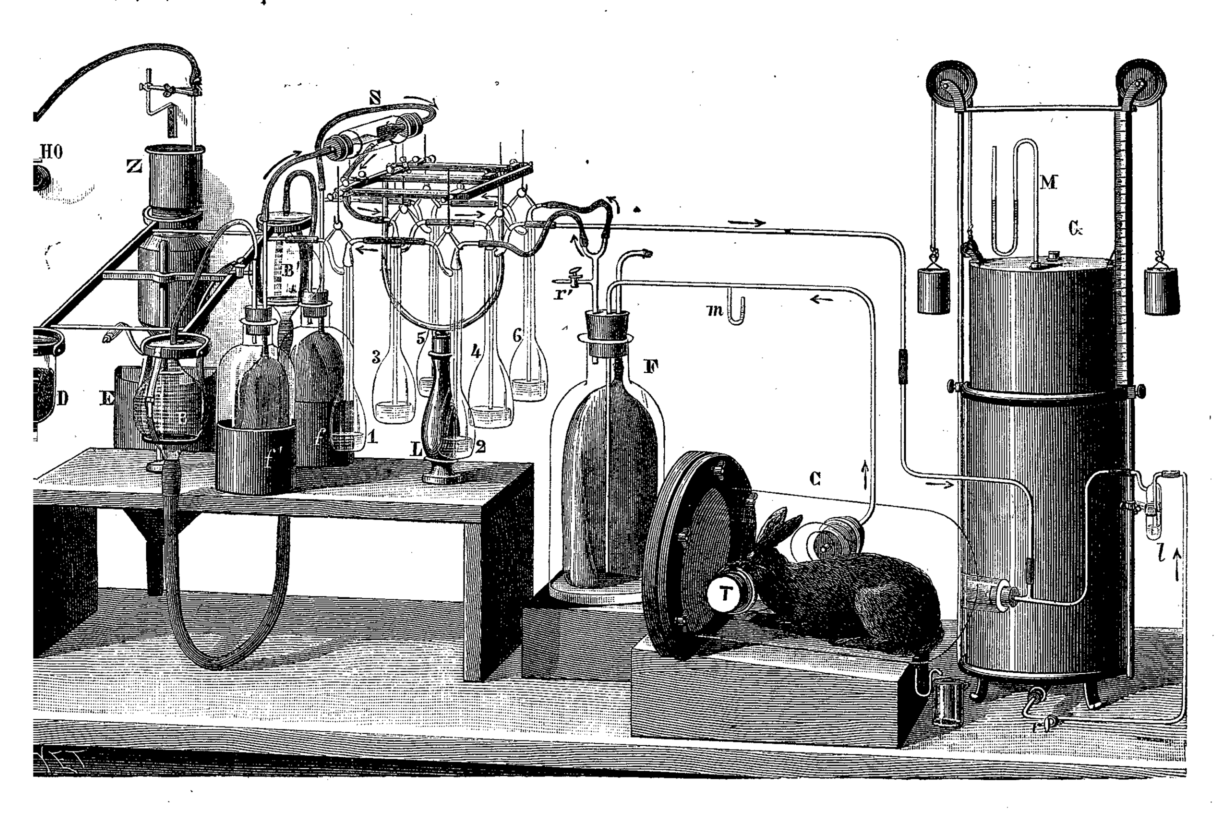
» Cette opération était renouvelée au bout de plusieurs heures, à une ou deux reprises. L'interposition du flacon F, renfermant un sac de caoutchouc communiquant avec l'air extérieur, rend possibles et faciles ces fortes prises d'air.

» Voici un résumé de quatre expériences, faites de la sorte.

» *Expérience I (à blanc)*. — Introduit dans l'appareil, qui renferme en totalité

([1]) *Comptes rendus*, 25 mai 1891, 2 mai et 12 novembre 1892.

$22^{lit},5$ d'air, $107^{cc},3$ (¹) de CO pur; mis les pipettes en marche. Arrêt au bout de deux heures, pour effectuer une première prise d'air, dont l'analyse accuse par litre $4^{cc},73$ de CO. Les pipettes sont remises en marche pendant vingt-huit heures, sans désemparer. Au bout de ce temps, deuxième prélèvement et seconde analyse, qui donne $4^{cc},54$ de CO par litre d'air.



» Il a donc disparu, entre les deux prises, $0^{cc},19$ de CO par litre, soit en totalité $4^{cc},27$ en vingt-huit heures ou $0^{cc},15$ par heure. Ce faible déficit paraît dû à l'absorption, par la potasse des barboteurs, d'un faible volume d'oxyde de carbone, et à sa transformation en acide formique, conformément à la réaction classique découverte par M. Berthelot.

» *Expérience II.* — Lapin de 2500^{gr} mis à $6^{h}30^{m}$ du soir sous la cloche. Fait passer lentement dans l'appareil $141^{cc},4$ de CO pur, et mis les pipettes en mouvement. L'animal est immédiatement très malade.

» A $8^{h}30^{m}$, premier arrêt et premier prélèvement, accusant $6^{cc},32$ de CO par litre. Le lapin en a absorbé 15^{cc}.

(¹) Ce volume gazeux et les suivants sont calculés secs, à 0° et sous la pression de 760^{mm}.

» A 10^h, état somnolent, l'animal est couché sur le flanc.

» A $2^h 30^m$, mort. Immédiatement on arrête les pipettes et l'on fait une seconde prise d'air, renfermant $5^{cc},97$ de CO par litre. L'expérience proprement dite a duré six heures, pendant lesquelles il a disparu 7^{cc} de CO, soit par heure $1^{cc},17$.

» *Expérience III.* — Lapin de 2400^{gr}, mis à $7^h 30^m$ du soir sous la cloche. Fait passer dans l'appareil $72^{cc},1$ de CO pur et mis les pipettes en marche. La respiration de l'animal devient haletante.

» A $9^h 45^m$, prélevé un premier échantillon d'air, qui renferme par litre 3^{cc} de CO. Le lapin en a donc absorbé $12^{cc},1$.

» A $10^h 30^m$, somnolence; à $4^h 30^m$ du matin, animal très malade. A $5^h 45^m$, pris un second échantillon, qui renferme par litre $2^{cc},48$ de CO. Le lapin est trouvé mort à six heures. L'air mortel est analysé; il contient 20 pour 100 d'oxygène. En huit heures, il a disparu $10^{cc},4$ de CO, soit $1^{cc},30$ par heure.

» *Expérience IV.* — Lapin de 2450^{gr} placé à 6^h du soir sous la cloche. Introduit dans l'appareil $41^{cc},3$ de CO pur.

» A 8^h, premier prélèvement, qui accuse $1^{cc},61$ de CO par litre. L'animal a donc absorbé $9^{cc},1$ de gaz toxique. Il ne paraît pas malade.

» A 1^h du matin, deuxième prise d'air qui renferme $1^{cc},23$ de CO par litre. Le lapin est somnolent, mais le bruit le réveille.

» A 6^h du matin, il paraît plus abattu, mais non en danger. Troisième prélèvement qui accuse $0^{cc},80$ de CO par litre.

» L'animal est immédiatement sacrifié par section du bulbe et hémorragie carotidienne; 100^{cc} de sang renferment $4^{cc},3$ de CO. On en déduit que la totalité de la masse du sang en contient $8^{cc},6$ environ.

» Pendant les dix heures qu'a duré l'expérience, il a disparu $16^{cc},2$ de CO, soit par heure $1^{cc},62$.

» De ces expériences je crois pouvoir tirer deux conclusions :

» 1° Les animaux partiellement intoxiqués par l'oxyde de carbone, placés dans des conditions ou l'élimination en nature est impossible, détruisent lentement mais régulièrement une certaine quantité du gaz toxique; cette destruction est d'autant plus active que l'intoxication est moins profonde, et laisse par conséquent dans le sang plus d'oxygène disponible.

» 2° Il faut tenir compte, pour apprécier la proportion d'oxyde de carbone capable de rendre mortelle une atmosphère confinée, du temps pendant lequel le mélange gazeux toxique est respiré. D'après M. N. Gréhant, qui n'a point prolongé ses essais au delà d'une heure, il faut, pour tuer les lapins, de 15^{cc} à 16^{cc} d'oxyde de carbone par litre d'air. Or, dans les expériences II et III ci-dessus rapportées, des doses infiniment plus faibles ont amené la mort à la longue.

» Ce fait me paraît donner la clef des intoxications nocturnes, aujour-

d'hui si fréquentes, dues à l'usage des poêles à combustion lente. La dose d'oxyde de carbone capable de rendre mortelle une atmosphère pour un homme endormi et, par suite, moins résistant, qui y séjourne plusieurs heures, doit être infiniment plus faible qu'on ne le supposait jusqu'ici en se basant sur des expériences de courte durée faites sur des animaux. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Influence de la pilocarpine et de la phloridzine sur la production du sucre dans le lait.* Note de M. **Cornevin**, présentée par M. Chauveau.

« Les difficultés qu'on rencontre toujours et les résultats obscurs ou d'interprétation contradictoire que l'on obtient parfois quand on étudie la sécrétion lactée dans son ensemble, ainsi que l'influence que peut exercer sur elle l'alimentation, prouvent la nécessité de recourir à la méthode analytique. Introduction, dans l'organisme de la femelle laitière, d'un seul corps bien déterminé chimiquement et déjà connu dans quelques-uns de ses effets physiologiques, puis examen séparé de chacun des constituants du lait, telle est la marche que nous avons adoptée.

» L'étude du sucre dans le lait a été poursuivie en se servant de la pilocarpine et de la phloridzine.

» *Expériences avec la pilocarpine.* — La pilocarpine a été choisie, non seulement parce qu'elle active très fortement quelques sécrétions, mais surtout parce qu'il a été démontré qu'elle augmente la teneur du sang en sucre. Il fallait voir si une augmentation parallèle se produit dans le lait.

» Les expériences faites sur des vaches laitières, en injectant quotidiennement sous la peau, pendant quatre jours de suite, $0^{gr},25$ de chlorhydrate de pilocarpine, m'ont décelé un augment en sucre qui, de $0^{gr},65$ à 1^{gr} par litre après la première injection, est monté à $4^{gr},6$ dans une série et à $5^{gr},5$ dans une autre après la quatrième. La quantité de lait fourni chaque jour n'a pas subi de variations notables.

» Ce parallélisme fit rechercher si la pilocarpine fait apparaître du sucre dans les urines. Cette recherche fut poursuivie sur la vache et le chien ; pour ne laisser aucun doute dans l'esprit, les injections sur ce dernier animal ont été continuées jusqu'à ce que mort s'ensuivît. A aucun moment, on n'a trouvé l'urine sucrée.

» La pilocarpine augmente la proportion de sucre dans le sang et dans le lait, elle ne rend pas glycosurique.

» *Expériences avec la phloridzine.* — Le résultat précédent me porta immédiatement à rechercher si une substance qui, sans augmenter la proportion normale du sucre dans le sang, détermine la glycosurie, élève aussi la teneur du lait en sucre. La phloridzine était tout indiquée, puisqu'elle remplit ces deux conditions.

» Pour la réalisation de l'expérience, j'ai eu à ma disposition une vache laitière de race normande, dont les urines, essayées avant toute médication, ne contenaient aucune trace de sucre. L'analyse de son lait, effectuée par M. Boucher, qui m'a prêté son concours dans ces recherches, a révélé 33gr,64 de lactose par litre.

» J'injectai sous la peau du thorax une solution alcoolique renfermant 10gr de phloridzine.

	Teneur en sucre par litre.
	gr
Le lait d'une traite effectuée six heures après l'injection contenait......	54,56
» dix-huit » »	58,14
Un échantillon des urines rendues dans les dix-huit heures contenait....	46,29

» Le lendemain, une seconde injection d'une solution renfermant 20gr de phloridzine fut faite de l'autre côté de la poitrine.

	gr
Le lait d'une traite effectuée six heures après l'injection contenait......	69,44
» vingt et une »	65,78
Un échantillon des urines recueillies dans les 21h contenait............	58,13

» En même temps qu'elle provoque la glycosurie, la phloridzine détermine une augmentation de sucre dans le lait, qui peut dépasser le double de la quantité primitive; mais elle n'a point été strictement proportionnelle à la dose de phloridzine injectée, pas plus dans le lait que dans l'urine, la plus faible ayant causé une augmentation relativement plus considérable que la plus forte.

» *A priori*, l'élévation de la proportion du sucre déterminée par les deux corps qui ont servi à l'expérimentation ne semble pas pouvoir être interprétée de la même façon; le déterminisme de cette augmentation fait l'objet d'un autre travail. »

ZOOLOGIE. — *Du siège de la coloration chez les Huîtres vertes.* **Note de M. Joannes Chatin.**

« Peu de questions ont été aussi souvent traitées, à différents points de vue, que celle des Huîtres vertes; cependant, lorsqu'on analyse cette très riche bibliographie, c'est à peine si l'on trouve dans de rares auteurs (Ray Lankester, etc.) quelque indication sur le siège de la matière colorante et sur sa répartition histologique. C'est dans le but de combler ces lacunes que j'ai entrepris une série de recherches dont je résume aujourd'hui les principaux résultats.

» De toutes les parties susceptibles de revêtir la teinte verte, les branchies sont toujours celles qui la présentent avec le plus de fréquence et d'intensité; aussi était-ce sur ces organes qu'il convenait de diriger spécialement les observations.

» Les histologistes qui se sont occupés de l'étude des branchies chez les Ostréïdes savent quelles difficultés on éprouve à obtenir des coupes qui soient nettes et complètes. Après avoir essayé de plusieurs techniques, je me suis arrêté à la suivante : traitement par l'acide osmique à $\frac{1}{500}$, durcissement dans l'alcool absolu, coloration à la safranine.

» Sur les pièces ainsi préparées, on distingue aussitôt des cellules qui se différencient doublement des éléments ambiants, par leur localisation et par leurs caractères propres.

» Elles se montrent presque exclusivement dans la région apicilaire des papilles branchiales, disposées souvent avec une remarquable symétrie sur les flancs de ces papilles; elles sont situées au-dessous des cellules vibratiles ou entre ces éléments. Il est indispensable de déterminer d'abord ainsi leur situation et leurs rapports par la méthode des coupes; c'est seulement ensuite qu'on peut utilement procéder par voie de dissociation sur le frais, afin d'examiner les détails de leur structure.

» Ce qui frappe immédiatement, c'est le volume de ces cellules : assez régulièrement arrondies, elles offrent fréquemment un diamètre égal ou supérieur à 250^{μ}. On peut donc les désigner sous le nom de *macroblastes,* leurs dimensions l'emportant de beaucoup sur celles des éléments voisins.

» Observé en lui-même, chacun de ces macroblastes se montre limité par une couche protoplasmique, que sa réfringence ferait volontiers assimiler à une membrane cuticulaire; mais elle n'offre aucune réaction spéciale et ne décèle nulle trace de chitine, de cellulose, etc. Elle représente un simple ectoplasme, formé principalement d'hyaloplasma.

» Quant à la partie somatique de la cellule, elle est surtout constituée par un paraplasma très granuleux. Sur les branchies des Huîtres vertes, ces granulations sont toutes, ou presque toutes, colorées par un pigment spécial. Ce pigment est vert bleuâtre, pouvant offrir diverses teintes secondaires.

» Les granulations des macroblastes sont de nature protoplasmique et ne sauraient être considérées comme d'origine nucléaire. Pour s'en convaincre, on n'a qu'à faire intervenir les réactifs tels que la vésuvine, le vert de méthyle, etc.; on découvre alors le noyau (parfois double) qui se distingue nettement des granulations. Si l'on se bornait à l'examen de la cel-

lule fraîche, on ne parviendrait généralement pas à reconnaître son noyau, qui se trouverait presque toujours masqué par les granulations colorées et souvent agglomérées en groupes plus ou moins considérables. On serait alors exposé à diverses erreurs, soit que l'on conclût à l'absence de tout noyau, soit que l'on se crût au contraire en droit de décrire des noyaux multiples et colorés. Il faut être bien prévenu de ces dispositions, qui rappellent les faits dont j'ai signalé la fréquence dans les éléments antennaires de certains Insectes ([1]).

» Après avoir ainsi précisé la nature histique des granulations pigmentifères, il importe de rechercher la véritable signification des macroblastes. A ne considérer que leur forme assez régulière, leur zone limitante et leur coloration, on pourrait être tenté d'y voir des cellules végétales enchâssées dans l'épithélium du Mollusque, vivant en symbiose avec celui-ci et lui donnant sa teinte spéciale. Mais une pareille hypothèse est inadmissible : les réactions chimiques de l'ectosarque et des granulations suffiraient à la faire repousser; elles justifient pleinement les conclusions formulées par M. Berthelot, dont les recherches ont établi que « la matière colorante des » Huîtres vertes diffère chimiquement de toutes les matières connues, » tant des végétaux que des animaux » ([2]).

» En réalité, les macroblastes sont des éléments constitutifs des tissus du Mollusque : non seulement on les rencontre dans les diverses parties, comme les palpes labiaux, qui peuvent être le siège du verdissement, mais on les retrouve chez les Huîtres dites *blanches* ou incolores. Leur étude y révèle une particularité fort importante : ils se montrent dépourvus de granulations colorées, tous leurs autres caractères demeurant identiques. Parfois on les voit, çà et là, présenter des granulations pigmentées. On s'explique dès lors les cas de verdissement local, et ces teintes mixtes offertes assez fréquemment par des individus qui semblent intermédiaires entre les Huîtres vertes et les Huîtres blanches : suivant que leurs macroblastes se pigmenteront plus ou moins, ils évolueront vers l'un ou l'autre de ces types. J'ai pu constater ce fait, comme les précédents, chez la *Gryphea angulata* aussi bien que chez l'*Ostrea edulis*.

» La teinte verte peut se manifester en dehors et à une certaine distance

---

([1]) Joannes Chatin, *Structure et développement des bâtonnets antennaires chez la Vanesse Paon-de-Jour*, 1883; pl. I et II.

([2]) Berthelot, in Coste, *Voyage d'explorations sur le littoral de la France et de l'Italie*, 2e édition, 1855.

des points sur lesquels se trouvent des macroblastes, mais elle se rattache encore étroitement à leur notion. En effet, elle est alors imputable à la présence de granulations provenant de ces cellules et disséminées dans divers tissus : masse conjonctive des branchies, palpes labiaux, etc. Certains éléments peuvent absorber ces granulations; j'y reviendrai dans une prochaine communication.

» Ce n'est que d'une façon secondaire et dans une mesure très restreinte qu'on peut invoquer les contractions amiboïdes et les déplacements des macroblastes pour expliquer la diffusion de la matière colorante. Dans les circonstances normales, les contractions sont peu fréquentes et l'on voit rarement un macroblaste passant de l'état statique à l'état dynamique. La dissociation et l'usage de divers réactifs peuvent causer, à cet égard, de nombreuses méprises.

» La question du verdissement des Huîtres appelle évidemment encore des recherches qui nous fixeront sur l'influence des conditions ambiantes, sur les variations chromatiques, etc. Le cadre de mes observations était beaucoup plus limité, et c'est uniquement en me plaçant au point de vue de l'histologie zoologique que je me suis efforcé d'apporter à l'étude du sujet quelques contributions nouvelles. »

BOTANIQUE. — *Une pseudo-fécondation chez les Urédinées.* Note de MM. **P.-A. Dangeard** et **Sapin-Trouffly** (1), présentée par M. Duchartre.

« Lorsqu'on cherche à généraliser les résultats obtenus dans l'étude de la structure intime des Urédinées (*Comptes rendus*, 30 janvier 1893, p. 211), on ne peut manquer d'être frappé par ce fait que des cellules de valeur bien différente ont normalement deux noyaux. Nous les retrouvons non seulement dans les écidiospores, dans les urédospores, dans les téleutospores, dans les cellules du pseudopéridium, dans les paraphyses, mais aussi dans beaucoup de mycéliums et de suçoirs.

» On sait, d'ailleurs, que les Urédinées forment l'un des rares groupes où l'on ne connaît pas les phénomènes de reproduction sexuelle; on admet, d'autre part, que la fusion des noyaux ne se produit que dans les cas de fécondation, dans les phénomènes de sexualité.

» Ces faits nous paraissent devoir attirer l'attention sur les résultats que nous allons maintenant exposer.

---

(1) Travail du laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Poitiers.

» Les premières observations ont été faites sur le *Puccinia Buxi*, dont les échantillons ont été récoltés au Jardin botanique de Caen. Les téleutospores ont deux cellules qui renferment chacune deux noyaux; ces noyaux sont accolés ou séparés par un intervalle plus ou moins grand; un peu plus tard, lorsque la membrane de la téleutospore se cutinise, les deux noyaux se fusionnent dans chaque cellule en un gros noyau central qui correspond au *globule oléagineux* des auteurs. Avant la fusion, les noyaux ont la structure ordinaire; après la fusion, le corpuscule nucléaire, devenu très gros (5^{μ} environ), se présente sous plusieurs aspects (vésiculeux avec des plages irrégulières de chromatine, ou bien dense, très réfringent, homogène, parfois granuleux; ces différences d'aspect doivent être attribuées en partie à l'action de l'alcool, employé comme agent fixateur, sur les matières grasses de ce corpuscule. Nous avons observé une pareille fusion des noyaux dans les *Puccinia Graminis*, *P. coronata*, *P. Menthæ*.

» Il est également possible de suivre cette fusion dans les téleutospores simples de l'*Uromyces Geranii;* les deux noyaux, très gros, laissent apercevoir leurs granules chromatiques pendant qu'ils se pénètrent réciproquement; la fusion terminée, le corpuscule est exactement sphérique; son contour est très net; sa substance est très dense et très réfringente. Il occupe exactement le centre de la cellule. Les choses se passent de la même manière dans l'*Uromyces Betæ*.

» Nous avons étendu nos recherches aux téleutospores composées de trois cellules (*Triphragmium Ulmariæ*); elles renferment six noyaux groupés par deux dans chaque cellule; ils se fusionnent en un gros corpuscule sphérique, lorsque la membrane commence à se cutiniser. Dans ce corpuscule, nous avons obtenu de bonnes colorations de la chromatine, alors que le protoplasma de la cellule restait incolore; les grains de chromatine sont irréguliers, quelques-uns sont assez gros; le hyaloplasma était devenu vacuolaire, sans doute par disparition de la matière grasse.

» Afin de pouvoir généraliser ces résultats, nous nous sommes adressés à trois autres (*Coleosporium Euphrasiæ*, *Melampsora farinosa*, *Phragmidium Rubi*); nous avons pu constater les mêmes phénomènes de fusion; partout les deux noyaux de la téleutospore jeune s'unissent en un seul corpuscule dans la téleutospore adulte : il est particulièrement gros dans les *Coleosporium* et les *Melampsora;* dans le premier genre, il peut être allongé suivant la largeur de la cellule; dans le second genre, il est le plus souvent allongé suivant la longueur de la téleutospore; son diamètre atteint jusqu'à 8^{μ}.

» Nous sommes autorisés ainsi à considérer la fusion de deux noyaux

en un seul, dans les téleutospores des Urédinées, comme un fait général; il nous paraît certain que ce phénomène est en relation avec l'absence de sexualité et la remplace complètement, d'où le nom de *pseudo-fécondation* que nous lui donnons. Si nous considérons certains *Spirogyra* comme le *S. quadrata*, par exemple, nous voyons que ce sont deux cellules adjacentes du même filament qui fusionnent leurs noyaux dans la reproduction sexuelle; supposons que cette cloison devienne rudimentaire jusqu'à disparition et nous aurons le cas des Urédinées.

» Ces deux noyaux, que nous trouvons dans chaque cellule des téleutospores et qui se comportent l'un comme noyau mâle, l'autre comme noyau femelle, peuvent également effectuer leur pseudo-fécondation dans les écidiospores; ces dernières, lorsqu'elles sont jeunes, possèdent deux noyaux; lorsqu'elles sont plus âgées, elles ne renferment plus qu'un corpuscule nucléaire central, provenant de la fusion.

» En résumé, les Urédinées présentent un phénomène regardé jusqu'ici comme caractérisant la fécondation. Il est vraisemblable qu'elles suppléent ainsi à la reproduction sexuelle nettement caractérisée. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les matières formées par le nucléole chez le* Spirogyra setiformis *et sur la direction qu'il exerce sur elles au moment de la division du noyau cellulaire*. Note de M. **Ch. Decagny.**

« Le *Spirogyra setiformis* est de moitié plus large que le *S. orthospira*. Le noyau et le nucléole sont très gros, et l'observation y est plus facile sur le vivant et sur l'algue fixée, quand elle l'a été par des moyens convenables, surtout à l'aide du liquide chromo-auto-osmique de Flemming; *bien lavée, imbibée lentement de glycérine,* puis colorée par les moyens que j'ai indiqués (*Comptes rendus,* août 1890), il y a peu de changements dans la cellule. L'alcool ne donne que de très mauvais résultats.

» Comme le *S. orthospira* (*Comptes rendus,* novembre 1890), comme le *Phaseolus* (*Comptes rendus,* février et mars 1892), le nucléole produit une matière qu'il expulse. Les recherches auxquelles je me suis livré depuis plusieurs mois m'ont conduit à penser que cette expulsion se fait avec plus ou moins de violence. Les réactions qui se produisent au sein des matières nucléolaires n'ont certainement pas toujours la même intensité.

» Le nucléole expulse tantôt sans aucun dérangement apparent dans sa forme, tantôt par des ouvertures de moyens calibres, tantôt en se rompant

tout entier par de larges ouvertures qui se font dans une substance externe formant une croûte à sa surface, surtout pendant ses périodes de grande activité, et qui semble, en partie, coagulée. Mais que cette expulsion se passe d'une façon ou d'une autre, elle aboutit toujours à ce résultat : de mettre au contact du suc nucléaire une substance qui change d'état, qui prend immédiatement une forme figurée en se coagulant. La même coagulation existant sur toute la périphérie du nucléole, au contact du suc nucléaire, et se reproduisant à chaque fois que des matières sont lancées en dehors, on peut s'expliquer l'état différent des matières centrales; celles-ci étant garanties par le changement d'état, par la coagulation que subissent les premières, restent à l'état liquide. Aussi ces dernières conservent-elles seules toute leur activité, atténuée dans celles qui forment l'écorce, d'autant plus qu'elles sont voisines du suc nucléaire.

» Tous les phénomènes de la division n'ont pas d'autres causes que ces deux faits, présentés d'une manière bien nette par les matières nucléolaires, dès le début des réactions qui commencent dans le nucléole, qui se continuent, en s'accentuant dans le noyau, puis dans la cellule, *avec les mêmes matières transportées;* mais réactions accentuées à tel point que ces faits et les matières qui les produisent deviendraient méconnaissables, si l'on ne se rappelait ce qui s'est passé dans le nucléole :

» 1° Réaction au milieu d'une matière qui forme le nucléole, provoquant la séparation de la masse totale en deux parties d'inégale grosseur, la plus grosse expulsant la plus petite;

» 2° Solidification superficielle de la partie expulsée, et de l'ouverture faite au nucléole, préservant de part et d'autres les masses centrales qui restent liquides et conservent leur activité.

» Voici, en deux mots, ce que les matières nucléolaires produisent dans le noyau, avant toute modification apparente de la membrane nucléaire.

» Comme je l'ai dit ailleurs, le nucléole expulse des parties de sa masse plus ou moins grosses suivant l'intensité de la réaction dont il est le siège. Aussi les préparations que j'ai obtenues montrent-elles avec une grande netteté les faits principaux que je vais décrire :

» 1. Il diffuse à la périphérie du nucléole une matière nuageuse qui transporte le filament. Des perles hyalines se forment à la surface de celui-ci; diffusion lente d'une substance qui se coagule dans le suc nucléaire et reste en suspension.

» 2. Le nucléole perd sa position d'équilibre au centre. Le filament pelotonné se précipite d'un côté, le nucléole de l'autre côté.

» 3. Le filament a disparu; des boules sont projetées en petit nombre. Il se forme des ouvertures circulaires bien nettes sur le nucléole, recouvertes par une substance moins colorable.

» 4. Les boules projetées conservent une liaison avec le nucléole. La fixation a été faite au moment de la projection, avant que les lignes de liaison aient été brisées par les mouvements du nucléole.

» 5. Le nucléole se rompt et projette une grande quantité de boules en face desquelles il se maintient, par lesquelles il est acculé contre l'une des parois. La fixation a eu lieu avant la dissémination des boules,

» 6. Au milieu desquelles on retrouve bientôt le nucléole qui les répartit d'une façon égale dans le noyau.

» 7. Les boules se concentrent aux deux pôles du nucléole, contre la paroi intacte du noyau et commencent à traverser sa membrane comme elles ont traversé l'écorce du nucléole.

» 8. Il se forme, sur la croûte du nucléole, des vacuoles qui se détachent quelquefois avant de crever, quand la diffusion des matières nucléolaires, modifiées par le passage à travers la croûte, n'est pas brusquement interrompue par une rupture au moment d'une période de grande activité.

» Dans les phénomènes qui suivent la destruction de la membrane nucléaire, il sera facile, dès à présent, de faire la part qui revient aux matières contenues précédemment dans le nucléole, puis dans le noyau, et celle qui pourrait revenir au protoplasma cellulaire.

» Pour les phénomènes que l'on a appelés *de polarisation,* que l'on a déjà pu entrevoir ici, et qui interviennent dans la formation des fils achromatiques et des matières rayonnantes des asters, dès maintenant on peut voir qu'ils sont, comme je le montrerai d'ailleurs, sous la dépendance des réactions chimiques qui se passent au sein des matières nucléolaires, différenciées chez les *Spirogyra* sous la forme d'un gros corps central qui, au lieu de disparaître, comme dans d'autres noyaux, au moment de la division, persiste, ne fait que se partager, en transportant ailleurs une partie de lui-même; mais aggloméré ou disséminé, plus ou moins modifié par les divers milieux où il se trouve, produisant toujours les mêmes effets comparables, puisque les diverses parties du nucléole ne disparaissent pas :

» 1° Réaction chimique produisant une matière nouvelle coagulable, laquelle entraîne à sa suite une partie des matières nucléolaires, surtout au moment des grandes périodes d'activité et de ruptures;

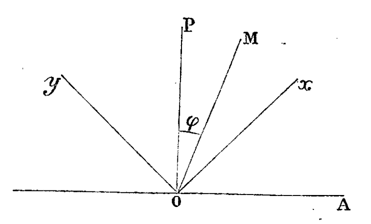
» 2° Réaction chimique produisant des effets comparables à tous ceux qui sont produits dans toutes les réactions de même nature, et révélés antérieurement par des répulsions moléculaires, analogues aux phénomènes électriques; donnant lieu, comme ces derniers, au moment de la formation des matières protoplasmiques coagulables, aux perturbations moléculaires qui précèdent et favorisent cette formation suivant des lignes

déterminées autour du centre d'action, *sous l'intervention de tout corps directeur situé en dehors du noyau.* »

MINÉRALOGIE. — *Sur un procédé de mesure de la biréfringence des lames cristallines*. Note de M. **Georges Friedel**, présentée par M. Mallard.

« Soit une lame cristalline à faces parallèles placée entre deux nicols croisés à angle droit, de telle façon que ses sections principales Ox, Oy soient à 45° des sections principales des nicols. Plaçons, entre le polariseur et la lame, une lame quart d'onde dont les sections principales coïncident avec celles des nicols.

» Soient Ox la direction positive de la lame; OP celle du quart d'onde, ainsi que celle de la vibration émergente du polariseur; OA la direction des vibrations que laisse passer l'analyseur. Si, observant en lumière mo-



nochromatique, on fait tourner le polariseur vers la droite, on arrivera à une extinction complète pour un certain angle φ, et cet angle, exprimé en fraction de 180°, sera précisément égal au retard de la lame exprimé en fraction de longueur d'onde de la lumière employée.

» En effet, soit A l'amplitude de la vibration incidente OM faisant un angle φ quelconque avec la direction OP. A la sortie de la lame quart d'onde, la vibration elliptique sera représentée, en prenant OA pour axe des X et OP pour axe des Y, par les équations

$$\left\{ \begin{array}{l} X = A \sin\varphi \sin 2\pi \frac{t}{T}, \\ Y = A \cos\varphi \cos 2\pi \frac{t}{T}. \end{array} \right.$$

» A l'entrée de la lame à étudier, cette vibration se décompose suivant Ox et Oy

en deux vibrations rectilignes, selon les deux équations

$$\begin{cases} x = \frac{\sqrt{2}}{2}(X + Y), \\ y = \frac{\sqrt{2}}{2}(X - Y). \end{cases}$$

» A la sortie de la lame, la vibration x a acquis un retard d'une certaine fraction de longueur d'onde que nous désignerons par ψ, et les équations du mouvement deviennent

$$\begin{cases} x = \quad A\frac{\sqrt{2}}{2}\left[\sin\varphi \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \psi\right) - \cos\varphi \cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \varphi\right)\right], \\ y = - A\frac{\sqrt{2}}{2}\left[\sin\varphi \sin 2\pi\frac{t}{T} + \cos\varphi \cos 2\pi\frac{t}{T}\right]. \end{cases}$$

» Il est aisé de voir que l'intensité α de la vibration, transmise par l'analyseur, sera donnée par l'expression

$$\alpha^2 = \frac{A^2}{2}[1 - \cos 2(\varphi - \pi\psi)].$$

α^2 est l'éclairement de la lame cristalline. Il s'annule lorsque $\frac{\varphi}{\pi}$ est égal à ψ augmenté d'un entier quelconque. Il suffit donc de mesurer l'angle φ pour lequel se produit l'extinction pour connaître la valeur du retard ψ à un entier près.

» La valeur entière de ψ est facile à connaître par compensation, au moyen d'un quartz taillé en biseau, ou bien en taillant en biseau le bord de la lame à étudier et comptant le nombre des franges noires qui apparaissent en lumière monochromatique entre les nicols croisés.

» L'application de ce procédé exige que les angles de rotation du polariseur soient mesurables. L'angle ne dépassant jamais 180°, cette disposition est facile à réaliser dans beaucoup de microscopes, en adaptant à la monture du polariseur un simple index courant sur la graduation du limbe. Si le polariseur est fixe, on peut remarquer que la marche des rayons peut être inversée, sans que rien soit changé. On n'aura qu'à placer le quart d'onde au-dessus de la lame et faire tourner l'analyseur.

» Il faudrait, dans ce cas, adapter sur le tube du microscope un limbe gradué permettant de mesurer la rotation de l'analyseur; mais il vaut mieux adopter le procédé suivant, qui permet d'utiliser simplement la graduation du limbe que portent tous les microscopes destinés à l'étude des minéraux.

» Si, au lieu d'amener le polariseur dans une position telle que la vibration émergeant de la plaque à étudier soit rectiligne, on le fait au contraire tourner jusqu'à ce que cette vibration soit circulaire, et si l'on constitue l'analyseur par une deuxième lame quart d'onde et un nicol liés invariablement de façon que les directions principales du quart d'onde soient à 45° de celle du nicol, il est clair que les phénomènes ne dépendront plus de la position de l'analyseur, mais seulement de la position *relative* du polariseur et du système formé par le premier quart d'onde et la lame à étudier. On pourra alors indifféremment faire tourner le polariseur ou la platine portant le quart d'onde et la lame. Il est aisé de voir que dans ce cas l'extinction complète sera obtenue pour une rotation de la platine ou du polariseur égale à $\pi\psi + \frac{\pi}{4}$ ou $\pi\psi - \frac{\pi}{4}$.

» En conservant les positions relatives des lames telles que nous les avons supposées, il faudra donc, pour obtenir l'extinction, faire tourner la platine du microscope vers la gauche d'un angle φ, tel que le rapport de cet angle à 180° donne la valeur du retard ψ augmenté de $\frac{1}{4}$ de longueur d'onde. Il suffira, pour appliquer ce dernier procédé, que le tube du microscope soit percé d'une fente dans laquelle on puisse glisser le quart d'onde analyseur, de manière que ses directions principales soient bien exactement à 45° de la section principale de l'analyseur.

» En pratique, la mesure du retard d'une lame cristalline par l'un des procédés précédents, mesure effectuée sans aucun appareil autre que le microscope polarisant, comporte une grande précision. Les extinctions sont bien nettes, surtout si l'on a soin d'employer des lames quart d'onde appropriées à la lumière monochromatique dont on fait usage, et, dans tous les cas, l'erreur ne dépasse pas 1° sur la lecture de l'angle d'extinction, soit $\frac{1}{180}$ de longueur d'onde sur le retard de la lame étudiée.

» Lorsque le minéral étudié est incolore, il est facile de démontrer que, dans le premier procédé, si, au lieu de faire subir au polariseur une rotation de l'angle φ, on ne le fait tourner que de $\frac{\varphi}{2}$, l'éclairement du champ et celui du minéral s'égaliseront. On pourra donc contrôler, dans ce cas, la mesure de l'angle d'extinction φ par celle de l'angle $\frac{\varphi}{2}$.

» Quand le minéral absorbe de la lumière d'une manière sensible, c'est-à-dire pour les substances pléochroïques, l'extinction n'est pas absolument complète, mais la méthode reste exacte. »

GÉOLOGIE. — *Une coupe transversale des Alpes françaises.* Note de M. W. KILIAN, présentée par M. Fouqué.

« Un profil géologique [1] O.-N.-O. — E.-S.-E., relevé à peu près normalement à la direction du ridement alpin entre la vallée du Grésivaudan (bord interne des chaînes subalpines) et Bardonnèche (Italie), nous a permis de reconnaître, dans les chaînes alpines, une suite de plis anticlinaux et synclinaux. Ce sont, de l'ouest à l'est :

» BORD SUBALPIN [2], formé par les escarpements jurassiques et crétacés de la rive droite de l'Isère (massif de la Chartreuse dominant la *combe* médiojurassique du Grésivaudan.

» I. ANTICLINAL de Bramefarine-la-Chapelle-Blanche (rive gauche de l'Isère), formé de lias et assez fortement ondulé.

» 1. SYNCLINAL de Saint-Pierre d'Allevard-Arvillard-la-Table, jalonné par une suite d'affleurements bajociens appartenant à la zone à *Harp. concavum* (récentes études de MM. P. Lory et V. Pâquier) et plongeant par places sous le flanc ouest de l'anticlinal suivant.

» II. ANTICLINAL de la Taillat [schiste à séricite (x de la Carte géologique) avec revêtement partiel de grès d'Allevard] déversé vers l'ouest où son bord montre des étirements notables (galerie Saint-Henri de la mine d'Allevard).

» 2. SYNCLINAL du Bout, mont Mayen, Grand-Collet, isoclinal et montrant au milieu des schistes cristallins des noyaux de houilles, de grès d'Allevard et de trias. Il se continue au sud-ouest, compliqué de petits *plis accessoires,* par le col du Merdaret où M. Pierre Lory en a fait une étude détaillée, vers la Boutière et Saint-Mary.

» III. GRAND ANTICLINAL de la chaîne de Belledonne (schistes cristallins et granulite) disposé nettement *en éventail* ainsi que l'avait justement indiqué Ch. Lory (1869) avant d'adopter une autre interprétation. Se poursuit au nord-est jusqu'en Haute-Savoie et au sud jusque au delà du mont Taillefer.

» 3. SYNCLINAL de la Combe d'Olle (lias) nettement *isoclinal* (pendage O). Des bandes étirées de trias et de houiller apparaissent en certains points au contact des schistes cristallins et montrent qu'il s'agit bien ici d'un pli aigu et non d'une bande effondrée. Se poursuit au nord-est par la vallée des Villards, la Chambre, le col de la Madeleine et Aigueblanche; au sud-ouest il s'élargit (cols du Sabot et du Couard), présente de *petits anticlinaux accessoires* et gagne la vallée de la Romanche par Oz et Allemont.

---

(1) Résultats d'explorations effectuées de 1890 et 1892 pour le compte du Service de la Carte géologique de la France.

(2) On sait que les chaînes subalpines sont elles-mêmes formées, à l'ouest de cette ligne et jusqu'à la plaine, de plis et de plis-failles dont Ch. Lory a donné une description devenue classique.

» IV. ANTICLINAL de la Croix de Fer [schistes granulitisés, orthophyre (mont Termier) et houiller], se complique et se dédouble au sud (massif des Grandes Rousses); au nord, il se continue par l'anticlinal sinémurien du Chaput et disparaît après avoir formé le bombement cristallin de Chatelard (ou Rocheray).

» 4. SYNCLINAL de Saint-Jean d'Arves (lias supérieur), *isoclinal,* à pendage E., s'infléchit vers le N.-E. en contournant le Chatelard (gare de Saint-Jean-de-Maurienne), puis prend une direction N.-O. (Montpascal) et rejoint, près de Montaymont, le synclinal de la Combe d'Olle. Au sud, il gagne l'Oisans par le col de l'Agnelin. Près de la gare de Saint-Jean-de-Maurienne, il présente un petit anticlinal adventif (quartzites métamorphiques).

» V. ANTICLINAL (pli-faille) du mont Charvin, à flanc inverse laminé, fortement *isoclinal* (pendage E.) et à *plan axial ondulé* (mont Charvin-Mollard), ce qui fait apparaître des bandes triasiques à direction N.-N.-O. — S.-S.-E. Se poursuit au nord par l'Échaillon, Champessuit, Bonvillard, jusqu'au col du Golet, près Moutiers. Vers le midi, le flanc inverse réapparaît au sud d'Entraigues, et le pli gagne le Dauphiné par le col de l'Infernet et la Grave (les Hières).

» 5. SYNCLINAL des Aiguilles d'Arves (bajocien, oxfordien et puissants conglomérats nummulitiques). *Isoclinal* (pendage E.). Nous l'avons suivi au nord-ouest par Montricher, le Cheval-Noir, Crève-Tête jusqu'à Moutiers sans en atteindre l'extrémité. Au sud-ouest, il se continue par le Goléon, le Lautaret, la Croix-de-Ciboire, Ville-Vallouise, le col de Vars, Meironnes et le Lauzanier jusqu'en Italie. C'est un des accidents les plus remarquables des Alpes françaises.

» VI. ANTICLINAL de Poingt-Ravier (près Valloire) à noyau triasique. (*Isoclinal,* pendage E.). Étiré jusque près de Montricher, il traverse l'Arc et longe le synclinal précédent par le col du Bonnet du Prêtre jusqu'en Tarentaise. Au sud, il reparaît à Pratier, à la Logette et passe en Dauphiné par le col du Galibier où il se complique.

» 6. SYNCLINAL D'ALBANETTE (lias), se poursuit au N.-O.; traverse l'Arc et se déverse complètement dans le massif de la Grande-Moënda, ainsi que nous l'avons montré en 1891. Au sud, ce synclinal comprend le lias de la Barrière-des-Pestiférés, de Roche Olvera et se perd au voisinage du Grand-Galibier.

» VII. ANTICLINAL de Valloire (houiller), se confond un moment à Valloire avec le flanc ouest de l'anticlinal houiller, puis reparaît dans le massif des Encombres [1]; mais il s'accentue au midi, passe à l'est de Bonnenuit, aux Mottets, au col de la Ponsonnière et se continue dans la vallée de la Guisanne.

» 7. SYNCLINAL de la Setaz (trias, brèche du Télégraphe de la crête de la Setaz, *droit;* se perd au nord de Valloire, puis se retrouve sur le flanc ouest des Encombres. Au sud, il s'accentue et se continue dans les Hautes-Alpes par le col des Rochilles et la corne des Blanchets.

» VIII. ANTICLINAL houiller de Roche-Château (troisième zone alpine de Lory), à peu près normal ici, mais se poursuivant au nord, où il s'élargit (massif de Péclet), se complique et prend la structure en *éventail,* appuyant, dans le massif des Encombres, son flanc ouest, renversé sur les assises mésozoïques également renversées du synclinal

---

[1] Sous forme d'un anticlinal de gypse et de lias inférieur, complètement isoclinal à la Grande-Moënda.

n° 7 (empilement de plis isoclinaux de la Grande-Moënda). Au sud, il présente une voûte régulière à la cabane de Pascalone, et on le suit par les chalets de Fontcouverte (vallée de Névache) jusqu'au delà de Briançon.

» 8. Synclinal du Thabor et de Bocca del Feru (calcaires triasiques). Disparaît au nord en se confondant avec le flanc E. de l'anticlinal houiller dont il n'est qu'un accident. Au midi, il se retrouve près du col du Vallon et se continue dans le Briançonnais.

» Une petite *cassure* longitudinale accidente ce pli au mont Thabor et passe entre les deux pics de ce nom, occasionnant deux importants gradins de quartzites triasiques.

» IX. Anticlinal de la Vallée Étroite (houiller du pied sud-est du Thabor et de la Vallée Étroite). Se confond au nord avec le flanc oriental de l'éventail houiller; se continue au sud-est vers Névache.

» 9. Bande synclinale de la Planette, comprenant les calcaires triasiques du massif des Trois Mages et de Fréjus. Cette zone, compliquée d'une série de plis accessoires, traverse obliquement la Vallée Étroite et va former les montagnes qui entourent le col de l'Échelle.

» X. Anticlinal situé en partie dans la retombée ouest, formée de schistes lustrés, est traversée par le tunnel international. Il est facile de suivre cette bordure schisteuse au midi, où elle passe au pied oriental du Chaberton, à Césanne, et se retrouve en France dans le Haut-Queyras et l'Ubaye.

» Chacun de ces plis est plus ou moins régulier et les disparitions de couches *par étirement* sont très fréquentes sur les flancs des anticlinaux; de petites cassures peu importantes s'y font remarquer par places, ainsi que quelques ondulations secondaires, mais on peut désormais affirmer qu'*aucun accident longitudinal d'un autre ordre ne trouble la succession des rides* susmentionnées.

» Ajoutons qu'une étude attentive des plis formés de schistes cristallins [nos II, III, IV (première zone alpine)] montre jusqu'à l'évidence que, *quel qu'ait été d'ailleurs le sens des plissements hercyniens*, ces massifs cristallins ont, pendant les manifestations orogéniques de l'époque tertiaire au moins, *joué le rôle de véritables anticlinaux*.

» Un coup d'œil sur les contours du nummulitique compris dans le synclinal n° 5, montre que ce terrain a dû se déposer sur un fond de mer *déjà plissé* et fortement *dénudé*, ainsi qu'en témoignent du reste suffisamment les éléments du poudingue de base du tertiaire, qui varient avec la nature du *substratum*.

» Telle est, sur le parcours d'une ligne Goncelin-Bardonnèche, la structure des chaînes alpines; au sud et au nord de cette coupe, les plis que nous venons d'indiquer éprouvent maintes modifications : les uns se

compliquent, sont relayés par de nouveaux ridements; d'autres disparaissent, se déversent ou se redressent, mais il est toujours facile de s'orienter, grâce à la persistance de certains d'entre eux (synclinal nummulitique, anticlinal houiller). »

GÉOLOGIE. — *Sur la disposition des assises crétacées dans l'intérieur du bassin de l'Aquitaine et leurs relations avec les terrains tertiaires.* Note de M. **Emmanuel Fallot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Lorsque l'on examine la disposition des assises crétacées dans l'intérieur du bassin de l'Aquitaine, entre la bande des Charentes et du Périgord et le massif du Béarn dépendant de la chaîne pyrénéenne, on ne tarde pas à observer qu'elles sont disposées suivant quatre lignes d'affleurements à peu près parallèles à cette chaîne, ainsi que l'a indiqué M. Raulin dès 1862 (1).

» Ces lignes sont, en allant du nord au sud :

» 1° Celle de Villagrains-Landiras (Gironde);
» 2° Celle de Roquefort (Landes) qui s'étend jusqu'à Colègne (Gers);
» 3° Celle des environs de Saint-Sever (Landes);
» 4° Celle de Tercis-Benesse (Landes).

» Il n'est pas douteux que ces lignes d'affleurements ne constituent autant de plis anticlinaux plus ou moins déformés par des accidents locaux. Mais, si elles présentent une grande uniformité de direction, elles n'en sont pas moins très différentes dans leur composition, et leurs relations avec les assises tertiaires sont également très variables.

» *Constitution des assises crétacées.* — Avant de parler des deux premières lignes que j'ai tout spécialement étudiées, je rappellerai que celle de Tercis-Benesse comprend une succession à peu près complète depuis les dépôts à *faciès urgonien* (gault, d'après M. Seunes) de Vinport jusqu'au garumnien inclus (Hébert, M. Arnaud, etc.), et que celle de Saint-Sever, en partie décrite par MM. Hébert et Jacquot, offre une série plus complète encore, comme l'ont démontré récemment MM. Reyt et Dubalen (2). Il faut y signaler surtout des assises inférieures (aptien?), présentant un fa-

---

(1) *Actes Acad. Bordeaux*, p. 199 et suiv.; 1862.

(2) *Notice géologique et agronomique sur la protubérance crétacée de Saint-Sever*. Mont-de-Marsan, 1892; in-8.

ciès à Céphalopodes qu'on n'est point habitué à rencontrer dans la région sous-pyrénéenne et où nous avons même découvert quelques Bélemnites indéterminables.

» Le crétacé inférieur est douteux dans le massif de Roquefort, où M. Hébert aurait trouvé cependant le *Monopleura Lamberti*, mais le crétacé supérieur comprend une série importante allant du cénomanien au maëstrichtien inclus ([1]); le turonien et le sénonien n'y sont représentés, il est vrai, que par des calcaires presque sans fossiles.

» Grâce à quelques affleurements très restreints et à quelques tentatives d'exploitations récentes, j'ai pu, dans ces derniers temps, reconstituer de la façon suivante la succession des couches crétacées sur les bords du Gua-Mort aux environs de Villagrains :

» 4. Calcaire dur jaunâtre à grandes Orbitoïdes.

» 3. Calcaire blanc jaunâtre friable avec *Echinoconus gigas* Cott., *Echinocorys vulgaris*, Breyn., var. acuminée, etc., et nodules siliceux à la base.

» 2. Calcaire jaune à *Tragos pisiforme* Goldf.

» 1. Calcaire blanc, un peu crayeux avec Inocérames, *Echinoconus Raulini* d'Orb., *Echinocorys Heberti* Seunes, et zone à *Micraster* (cf. *aturicus*) à la base.

» L'assise n° 1 appartient bien à la partie supérieure du sénonien (campanien), auquel la rattache l'*Echinocorys Heberti*, espèce de Tercis; les assises 3 et 4 peuvent se ranger dans le maëstrichtien.

» A Landiras, l'affleurement plus restreint, ne présente que le maëstrichtien sous la forme d'un calcaire très compact analogue au n° 4, avec grandes Orbitoïdes, *Diploctenium cordatum* Goldf.; j'y ai trouvé un *Hemipneustes* (*H. pyrenaïcus* Héb. ?).

» Dans les deux affleurements de Villagrains et de Landiras, comme à Roquefort, le garumnien manque complètement, mais le maëstrichtien est assez bien représenté; sous ce rapport, la série que j'ai décrite à Villagrains vient très heureusement combler la lacune de nos connaissances relativement à la succession du campanien et du maëstrichtien dans la région.

» *Relations des assises crétacées avec les assises tertiaires.* — L'éocène se montre dans le troisième et dans le quatrième pli anticlinal. Il se lie quelquefois très étroitement au crétacé supérieur. Je ne l'ai pas rencontré dans le massif de Roquefort, bien que Tournouër y ait signalé des Num-

---

([1]) E. Fallot et L. Reyt, *Notice sur le crétacé de Roquefort*, etc. (*Actes Soc. Lin. de Bordeaux*, t. XLIV; 1891.)

mulites de cet âge; mais un sondage récent, fait par M. Billiot à Barbotan (Gers) sur la continuation du pli, a montré la présence des couches à *Nummulites planulata*, d'Orb. et *elegans*, Sow. dans la profondeur. L'éocène n'affleure pas au pourtour des lambeaux crétacés de Landiras et de Villagrains, mais on sait que tous les sondages faits à Bordeaux et dans les environs indiquent sa présence avec des couches à Nummulites inférieurement, dans la région située entre la ligne Villagrains-Landiras et la bande crétacée des Charentes. Les assises nummulitiques éocènes dépassent donc notablement au nord la limite (pli de Saint-Sever) que M. de Margerie leur a assignée dans un travail récent ([1]).

» A Villagrains, c'est l'aquitanien qui repose sur la craie; à Landiras, c'est tantôt le tongrien (calcaire à astéries), tantôt l'aquitanien.

» Le tongrien et l'aquitanien sont également bien représentés sur le flanc méridional du massif de Roquefort, et le premier y présente supérieurement un faciès à *Nummulites intermedia* et *Fichteli* que j'ai pu suivre sur une grande longueur, contrairement aux indications fournies par la feuille n° 216 de la Carte géologique détaillée de la France.

» Ce faciès nummulitique que l'on retrouve dans la partie supérieure des marnes de Gaas et du calcaire à Astéries de la Gironde, relie bien les formations tongriennes du bassin de l'Aquitaine avec celles de l'Europe méditerranéenne et alpine; il indique, en outre, la liaison intime qui existe entre les dépôts éocènes et les dépôts tongriens, à l'ensemble desquels on pourrait appliquer le terme de *nummulitique,* comme l'a proposé M. Mayer Eymar.

» Le tongrien existe également sur les flancs du quatrième anticlinal (Gaas, Lesperon). L'aquitanien, presque horizontal, butte contre les assises inclinées du crétacé supérieur à Banos (versant nord de la protubérance de Saint-Sever).

» Ce court aperçu montre que, si les quatre plis anticlinaux susdécrits ont une direction uniforme, parallèle à la chaîne pyrénéenne, leur constitution géologique ne permet pas de leur attribuer, en dehors d'une certaine similitude d'origine, une histoire entièrement commune. Je ferai remarquer enfin que leur direction nord-nord-ouest à sud-sud-est rappelle celle des plis du Poitou étudiés par M. Welsch, et les ondulations de la craie du bassin de Paris mises en lumière par M. Hébert et réétudiées, dans ces derniers temps, par M. Marcel Bertrand. »

([1]) *Aperçu sur la structure géologique des Pyrénées*, p. 38.

M. L. Levert adresse une Note relative à un procédé pour reconnaître la concentration d'une solution saline, sans employer de réactifs.

M. Fr. Longo adresse une Note relative à l'étiologie du cancer.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 janvier 1893.

De l'évolution des molaires et prémolaires chez les primates et en particulier chez l'homme, par Paul Topinard. (Extrait de l'*Anthropologie,* n° 6, novembre-décembre 1892). Paris, Masson, 1892; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

L'art de reconnaître les fruits de pressoir (pommes et poires), par A. Truelle. Paris, Garnier frères, 1893; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Chatin.)

Annales de la station agricole de Boulogne-sur-Mer, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par le Dr H.-E. Sauvage, Directeur. Volume I, Ire Partie, 15 décembre 1892. Boulogne-sur-Mer, Simonnaire et Cie; 1 broch. in-4°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

La Correspondance de Descartes dans les inédits du fond Libri, étudiée pour l'histoire des Mathématiques, par Paul Tannery. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 broch. in-8°.

La Physiologie de nos jours et la base de tous les êtres vivants. Discours prononcé dans la séance du Congrès international de Zoologie à Moscou, le 15-27 août 1892, par M. le Professeur Léon Morokhowitz. Moscou, 1892; 1 broch. in-8°.

La loi de Newton de transmission de la chaleur appliquée à l'art de construction, par P. Salmonowitsch, Ingénieur civil. Saint-Pétersbourg, 1892; 1 vol. in-4°.

Liguria geologica e preistorica di Arturo Issel, con note e disegni origi-

nali di M. MORELLI, panorami e fotografie di G. DELLE PIANE. Genova, A. Donath, 1892; 2 vol. gr. in-8°, avec atlas. (Présenté par M. Daubrée.)

Bergens Museums Aarsberetning for 1891. Udgivet para le Kostning af JOACHIM FRIELES legat. Bergen, 1892.

Observaciones meteorologicas efectuadas en el observatorio de Madrid durante los años 1890 *y* 1891. Madrid, 1892.

Hourly means of the readings obtained from the self-recording instruments at the four observatories under the meteorological Council 1889. London, 1892; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 6 FÉVRIER 1893.

Annales de Chimie et de Physique, par BERTHELOT, PASTEUR, FRIEDEL, MASCART. Sixième série, février 1893, tome XXVIII. Paris, Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin. Documents officiels. Statistiques. Rapports. Comptes rendus de missions en France et à l'étranger. Onzième année, n° 7. Paris, Imprimerie nationale, décembre 1892; broch. gr. in-8°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. O. CALLANDREAU, astronome adjoint à l'Observatoire de Paris, Répétiteur à l'École Polytechnique. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 broch. in-4°.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du Prof. Dr. M. MENZBEER. Année 1892. Moscou, imprimerie de l'Université impériale, 1892; 1 vol. in-4°.

Le pouvoir grossissant de l'atmosphère, par AUGUSTE FISCHNER. Leipzig, Fock, 1892; broch. in-8°.

Experimental evolution. Lectures delivered in the « summer school of Art and Science » University Hall, Edinburgh (august 1891), by HENRY DE VARIGNY, D. Sc. Demonstrator in the Paris Museum d'Histoire naturelle, Member of the Société de Biologie. London and New-York, 1892; 1 vol. in-12.

ROBERTO COMPANA, Professore di Clinica dermosifilopatica nella regia Universita di Genova. *Dei morbi sifilitici e venerei*. Sommario di conferenze in due parti. Genova, 1889; 1 vol. in-8°.

Transactions of the Canadian Institute. December 1892. Vol. III, Part I. Toronto, 1 vol. in 8°.

Nuova determinazione della latitudine geografica del Reale Osservatorio

di Capodimonte, mediante i passagi di alcune stelle al primo verticale osservati nell'anno 1889. Memoria del Dottor Filippo Angelitti. Napoli, 1892; 1 vol. in-4°.

Repertorium für Meteorologie, herausgegeben von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, redigirt von Dr Heinrich Wild. Band XV. Saint-Pétersbourg, 1892; 1 vol. in-4°.

Annalen des Physikalischen Central-Observatorium, herausgegeben von H. Wild. Jahrgang 1891. Saint-Pétersbourg, 1892; 2 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 23 janvier 1893.)

Note de M. *Daubrée*, Notice sur Nicolas de Kokscharow :

Page 119, ligne 8, *au lieu de* phonolithe, *lisez* phénacite.

(Séance du 30 janvier 1893.)

Note de M. *Kilian*, Nouvelles observations géologiques dans les Alpes françaises :

Page 214, ligne 15, *au lieu de* puisse l'étudier, *lisez* puisse en étudier.
Même page, ligne 23, *au lieu de* Crimoïdes, *lisez* Crinoïdes.
Page 215, ligne 2 de la note, au lieu de *Murchisoni*, lisez *Murchisonæ*.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 FÉVRIER 1893.

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un nombre invariant dans la théorie des surfaces algébriques;* par M. ÉMILE PICARD.

« On sait que différents nombres entiers jouissant d'un caractère d'invariance pour les surfaces d'une même classe (c'est-à-dire transformables les unes dans les autres par une substitution birationnelle) ont été introduits dans la théorie des surfaces algébriques. Deux d'entre eux sont les nombres p (*Flächengeschlecht*) et $p^{(1)}$ (*Curvengeschlecht*) de M. Nöther. La Géométrie de situation conduit aussi à considérer deux autres nombres, dont je me suis longuement occupé et qui sont en rapport avec les cycles *linéaires* et les cycles *à deux dimensions* de la fonction algébrique de deux variables définie par l'équation de la surface.

» 1. Je voudrais indiquer aujourd'hui un autre invariant qui paraît in-

téressant pour l'étude des surfaces algébriques. Afin de faire comprendre bien nettement sa définition, reprenons d'abord le cas d'une courbe algébrique

$$f(x, y) = 0.$$

» Considérons une fonction rationnelle $F(x, y)$ de x et y, et formons l'équation

$$F(x, y) = u,$$

u étant un paramètre arbitraire. Les deux équations précédentes définissent un certain nombre μ de points (x, y) de la courbe variables avec u. Si l'on veut pouvoir choisir la fonction F de manière que, pour une valeur particulière de u, les μ points correspondants soient μ points *arbitrairement* donnés sur f, le nombre μ aura un certain minimum; il est bien connu que ce minimum est donné par l'équation

$$\mu = p + 1,$$

p désignant le genre riemannien de la courbe f. C'est, au fond (sinon dans la forme), le théorème relatif à l'existence de ce minimum, démontré *a priori*, qui sert à M. Weierstrass pour la définition du genre (ou du *rang*, comme il l'appelle) d'une courbe algébrique.

» Prenons maintenant une surface algébrique

$$f(x, y, z) = 0.$$

» Je considère deux fonctions rationnelles F et Φ de x, y et z et je forme les deux équations

$$F(x, y, z) = u,$$
$$\Phi(x, y, z) = v.$$

» On suppose que les deux équations précédentes déterminent un certain nombre μ de points (x, y, z) de la surface, variables avec u et v et tels que pour eux le déterminant fonctionnel

$$\frac{\partial x}{\partial u}\frac{\partial y}{\partial v} - \frac{\partial x}{\partial v}\frac{\partial y}{\partial u}$$

ne s'annule pas identiquement. Si l'on veut pouvoir choisir les fonctions F et Φ de manière que, pour un système particulier de valeurs de u et v,

les μ points correspondants soient μ points *arbitrairement* donnés sur f, le nombre μ aura un certain minimum. Désignons ce minimum par

$$\rho + 1.$$

Le nombre ρ est l'invariant sur lequel je désire appeler l'attention.

» 2. En se servant du théorème d'Abel étendu par Jacobi aux intégrales doubles, on peut très facilement établir l'inégalité

$$\rho \geqq p,$$

p désignant le *genre de surface* dont j'ai parlé plus haut.

» Les conditions d'existence du nombre ρ sont intéressantes à étudier; je me propose d'y revenir.

» Cet invariant ne pourra d'ailleurs être essentiellement distinct des invariants p et $p^{(1)}$, puisque, en général, il n'y a qu'un nombre limité de classes correspondant à des valeurs données de p et $p^{(1)}$. Un cas particulier mérite cependant d'être signalé particulièrement : c'est celui où

$$p = 0,$$

et où, par suite, on ne peut plus parler de $p^{(1)}$. Pour ces surfaces de genre *zéro*, le nombre ρ ne cesse pas d'avoir un sens et il peut avoir des valeurs quelconques. Nous en donnerons un exemple en prenant une surface f pour laquelle les coordonnées d'un point quelconque sont des fonctions rationnelles d'un paramètre α et des coordonnées β et γ d'un point d'une courbe

$$\varphi(\beta, \gamma) = 0$$

de genre π, et cela de telle manière qu'à un point arbitraire de f corresponde un seul système de valeurs de α et de (β, γ); on aura, pour cette surface,

$$p = 0, \qquad \rho = \pi.$$

» J'ajoute encore, d'une manière générale, que la relation $\rho = 0$ exprime manifestement la condition nécessaire et suffisante pour qu'une surface soit uniformément unicursale. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude de la météorite de Cañon Diablo.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Après la curieuse présentation à l'Académie de la météorite de l'Arizona par M. Mallard, nous avons pu nous procurer des échantillons de cette météorite et entreprendre l'étude du carbone qu'elle renferme. Nous n'avons pas publié de suite ces résultats et nous devons rappeler l'intéressante Communication de M. Friedel sur ce sujet.

» Parmi les différents échantillons soumis à l'analyse, il y en avait un très important, ne pesant, il est vrai que $4^{gr}, 216$ mais présentant très nettement une pointe d'une grande dureté sur laquelle une meule d'acier n'avait aucune prise. Lorsque l'on examine attentivement cet échantillon, on voit nettement que le fragment qui raye l'acier est entouré d'une gaine noire qui est formée de carbone et de carbure de fer.

» Cet échantillon est attaqué par l'acide chlorhydrique bouillant, jusqu'à ce qu'il ne reste plus trace de fer; on obtient alors un mélange contenant :

» 1° Du charbon très léger, en poussière impalpable, mettant douze heures pour tomber au fond de l'eau et qui provient peut-être de l'attaque de carbures de fer.

» 2° Un charbon en fragments très minces, rubanés, de couleur marron au microscope, paraissant déchiquetés, carbone d'un aspect spécial que nous retrouvons dans nos culots de fonte brusquement refroidis.

» 3° Un charbon dense, se présentant surtout sous forme de fragments arrondis et mêlé à des petits morceaux de phosphure de fer et de nickel à reflets mordorés (¹). Ce mélange est repris alternativement par l'acide sulfurique bouillant et l'acide fluorhydrique; sa densité est alors assez grande pour qu'il tombe au fond de l'iodure de méthylène.

» On fait subir à ce dernier résidu huit attaques au chlorate de potassium. Les fragments, de couleur foncée, disparaissent peu à peu, en même temps qu'une petite quantité de fer entre en solution. Finalement, il ne nous est resté que deux fragments jaunâtres, présentant un aspect gras, très net, ne possédant pas d'impressions triangulaires, et dont la surface rugueuse et tourmentée rappelle la cristallisation contrariée du boort (²).

» Ces deux fragments tombent au fond de l'iodure de méthylène, ils

---

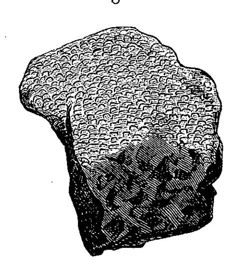
(¹) Ce phosphure de fer et de nickel présente, d'après M. Friedel, les caractères de la schreibersite.

(²) Les lapidaires donnent le nom de *boort* au diamant, quelquefois transparent,

rayent nettement le rubis et l'un d'eux, brûlé dans l'oxygène, a laissé des cendres conservant encore la forme du fragment, de couleur ocreuse, et dans lesquelles il a été possible de caractériser la présence du fer.

» Le plus gros diamant (*fig.* 1) mesurait $0^{mm},7$ sur $0^{mm},3$, il possédait

Fig. 1.



une teinte jaune, une surface rugueuse et se laissait traverser par la lumière.

» Dans un autre échantillon, nous avons rencontré, à côté du carbone dense, dont nous venons de parler, mélangée à des phosphures et à des sulfures de fer et de nickel, une substance cristalline formée de dendrites, d'une couleur grise, plus mate que le platine et qui n'a pas disparu dans le traitement à l'acide fluorhydrique et à l'eau régale. Nous y avons rencontré aussi quelques fragments de diamant noir à surface chagrinée ou brillante, d'une densité voisine de 3 et qui brûle dans l'oxygène à 1000°.

» Il ne faut pas confondre avec ce carbonado quelques parcelles d'oxyde de fer magnétique, incombustible, bien entendu, dans l'oxygène et tout à fait inattaquable par l'acide sulfurique, ce qui se produit pour l'oxyde Fe^3O^4 obtenu à très haute température (1).

» Il est d'ailleurs curieux de voir combien cette météorite de *Cañon Diablo* manque d'homogénéité. Nous avons pris, par exemple, deux échan-

---

dont la cristallisation irrégulière ne permet pas de clivage facile et qui n'est pas usé par l'égrisée sur les meules d'acier.

(1) Pour arriver à mettre en solution ces très petits fragments d'oxyde magnétique stable, il a fallu deux attaques successives de quinze minutes au carbonate de soude fondu.

tillons sur le même fragment à un centimètre de distance; soumis à l'analyse, ils nous ont fourni les chiffres suivants :

	N° 1.	N° 2.
Fer	91,12	95,06
Nickel	3,07	5,07
Silice	0,050	
Insoluble	1,47	0,06
Magnésie	traces	
Calcium	néant	
Phosphore	0,20	
Soufre	néant	

» Les deux échantillons, qui contenaient du carbone en quantité variable, se trouvaient ne pas renfermer de soufre.

» Un autre fragment qui ne nous a pas fourni trace de carbone, nous a donné sur des fragments pris à quelques centimètres de distance la composition suivante :

	N° 1.	N° 2.
Fer	91,09	92,08
Nickel	1,08	7,05
Silice	0,05	
Insoluble	néant	
Magnésie	néant	
Calcium	néant	
Phosphore	non dosé	
Soufre	0,045	

» En résumé, les fragments de la météorite de Cañon Diablo que j'ai étudiés renfermaient du diamant transparent, du diamant noir ou carbonado, et un charbon marron d'une densité assez faible.

» J'ajouterai que, dans certains échantillons, j'ai pu aussi caractériser la présence du graphite sous forme de petites masses à aspect gras.

» Le diamant transparent peut donc se rencontrer dans d'autres planètes que la Terre. »

Sur le fer météorique de Cañon Diablo; par M. C. **Friedel.**

« Je demande à l'Académie la permission, à l'occasion de la Communication que vient de lui faire notre Confrère M. Moissan, d'ajouter quelques faits que j'ai observés depuis que j'ai eu l'honneur de l'entretenir, pour la première fois, de la remarquable météorite de l'Arizona.

» Je n'ai pas eu la bonne fortune, comme M. Moissan, de rencontrer le diamant blanc en grains d'une assez grande dimension; mais, en regardant au microscope la poudre de diamant carbonado assez abondante que j'ai pu isoler, et en ayant soin de l'immerger dans de l'iodure de méthylène, j'ai pu constater l'existence, au milieu des grains ayant absolument l'aspect des petites masses bien connues de carbonado, d'un certain nombre de petits grains transparents qui ne pouvaient être autre chose que le diamant blanc.

» Je ne puis que confirmer ce que notre savant Confrère a dit de l'extrême hétérogénéité du fer météorique de Cañon Diablo. J'avais signalé, dans ma première Note, l'existence d'un composé brillant, blanc d'argent, fragile, moins attaquable que le fer et qui se trouve en lames relativement assez épaisses, comprises entre les cristaux de fer nickelé, position dans laquelle elles sont accompagnées de lamelles de schreibersite. Celle-ci s'en distingue par sa ductilité.

» Lorsqu'on polit un fragment du fer météorique, ou même lorsqu'on le scie simplement, ces lamelles font légèrement saillie et se distinguent aisément.

» J'ai pu en isoler une petite quantité et j'ai reconnu que c'est un sous-sulfure de fer, qui renferme 10,2 pour 100 de soufre et 88,3 pour 100 de fer. Il y avait aussi une petite quantité de phosphore qui n'a pas pu être dosée d'une manière sûre à cause du peu de matière que j'ai eu à ma disposition. La proportion ci-dessus correspondrait, si elle pouvait être considérée comme constante, à la formule Fe^5S.

» Outre ce sulfure disséminé dans la masse, il existe des nodules de troïlite jaune, dans lesquels, comme je l'ai déjà dit, ou au voisinage desquels, le carbone, c'est-à-dire le mélange de carbone ordinaire, de graphite [1] et de diamant, semble concentré. Les nodules sont formés partie de troïlite, partie de charbon pénétré de ce même sulfure. Les nodules sont eux-mêmes enveloppés d'une mince couche du sous-sulfure brillant.

» En tenant compte de l'hétérogénéité du fer nickélifère, qui a été montrée par M. Moissan, on voit quelle matière intéressante par sa complexité même et par les problèmes que pose la coexistence de ces divers composés on a rencontrée dans ce remarquable fer météorique. »

---

(1) J'ai constaté que le mélange donne une petite quantité d'un oxyde graphitique jaune brun très léger et qui ne se dépose dans l'eau qu'après un long repos.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la présence du graphite, du carbonado et de diamants microscopiques dans la terre bleue du Cap.* Note de M. **Henri Moissan.**

« On sait que les diamants se rencontrent au Cap de Bonne-Espérance dans d'immenses puits remplis d'une brèche serpentineuse contenant plus de quatre-vingts espèces minérales et ne renfermant que 500^{mgr} à 100^{mgr} de carbone cristallisé par mètre cube. On n'a recherché, dans cette terre bleue, comme on l'appelle au Cap, que les diamants d'une certaine grosseur et pouvant être triés à la main. Lorsque l'exploitation s'est transformée et que les machines ont remplacé le travail de l'homme, on a pu séparer, à l'aide de tamis assez fins, des diamants beaucoup plus petits, mais, jusqu'à présent, on ignorait la présence de diamants microscopiques dans cette brèche serpentineuse. Ces derniers, peu importants au point de vue commercial, m'intéressaient tout particulièrement au sujet de la reproduction de cette variété de carbone.

» J'ai pu me livrer à cette étude grâce à l'obligeance de M. de Monmort, auquel je suis heureux d'adresser ici tous mes remercîments et qui a bien voulu, lors de notre dernière Exposition universelle, me procurer les éléments nécessaires pour cette étude. Ces échantillons provenaient de la mine d'Old de Beer's.

» Pour mettre en évidence les diamants microscopiques que renferme cette brèche serpentineuse, il a fallu détruire toutes les autres substances minérales qui accompagnent cette pierre précieuse.

» 2^{kg} de cette terre bleue ont été divisés par portions de 250^{gr} et traités par l'acide sulfurique bouillant pendant douze heures.

» Après refroidissement, on a lavé à l'eau puis on a attaqué par l'eau régale. Un nouveau lavage à l'eau a enlevé une grande quantité de parties solubles et le résidu a été placé dans une capsule de platine et traité par un grand excès d'acide fluorhydrique bouillant. Il ne restait alors qu'une centaine de grammes de matière; on a séparé à la pince quelques gros fragments inattaqués et les rubis les plus volumineux. On traite ensuite à l'acide sulfurique bouillant, on lave à l'eau, on sèche, puis on reprend par l'acide fluorhydrique et cette double attaque est répétée douze à quatorze fois; elle a pour but d'enlever principalement l'alumine cristallisée dont il est très difficile de se débarrasser.

» Il ne restait plus alors que 0,094^{mgr} de substance, et ce résidu a été repris quinze fois par un mélange de chlorate de potassium et d'acide azotique monohydraté. Ce résidu final, après lavage à l'acide fluorhydrique puis à l'acide sulfurique bouillant, est alors fractionné au point de vue de la densité de la substance qu'il contient avec le bromoforme 2,9 et l'iodure de méthylène 3,4.

» Nous rappellerons que l'étude microscopique du résidu a été suivie pendant toute la préparation.

» Avant les attaques au chlorate de potasse, nous avons nettement reconnu la présence du graphite en beaux cristaux brillants hexagonaux ou lamelleux présentant parfois l'apparence de petites cupules. Nous avons aussi rencontré des fragments plus volumineux ayant une certaine épaisseur et représentant en creux des impressions triangulaires. Ce graphite nous a fourni au chlorate de potasse un oxyde graphitique de couleur verdâtre qui est passé au jaune, et que nous avons détruit par l'acide sulfurique pour éviter sa transformation en oxyde pyrographitique par déflagration. Nous rappellerons que le graphite de la fonte, ainsi que l'a indiqué M. Berthelot, produit aussi un oxyde graphitique de couleur verdâtre.

» En même temps, nous avons pu isoler un graphite ayant la propriété de se décomposer dans l'acide sulfurique à 200° en produisant un foisonnement considérable ([1]).

» Lorsque l'on examine le résidu, d'une densité supérieure à 3,4, qui reste au fond de l'iodure de méthylène après tous ces traitements, on reconnaît au microscope qu'il est formé de plusieurs substances :

» 1° D'une matière d'un jaune ambré en masses irrégulières;

» 2° De carbonado ou diamant noir;

» 3° De diamants microscopiques;

» 4° De petits cristaux transparents, qui ne brûlent pas dans l'oxygène, qui se présentent sous forme de prismes allongés et qui ne sont pas fluorescents dans la lumière violette.

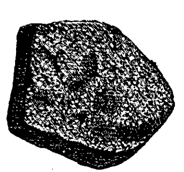
» Les fragments de substance jaune qui ont résisté à un traitement si énergique sont doués d'une certaine transparence; quelques-uns possèdent des trous présentant l'aspect d'un carré et dans lesquels des cristaux devaient être inclus. Chauffée à 1000°, cette matière laisse un résidu gris, légèrement attirable à l'aimant et contenant une grande quantité de fer.

([1]) Nous indiquerons ultérieurement, à propos de nos recherches sur le graphite, comment il est possible de préparer cette nouvelle variété.

Nous avons rencontré la même matière dans les anfractuosités de gros diamants naturels et dans certains de nos culots de fonte.

» Les morceaux de diamant noir que nous avons rencontrés au microscope dans la terre bleue du Cap sont arrondis, chagrinés ; quelques-uns présentent des angles droits ; d'autres ont des arêtes courbes et rappellent des pointements d'octaèdre ; certains possèdent un éclat gras très net. Il en existe aussi en fragments noirs irréguliers et pointillés (*fig.* 1). Leur densité varie entre 3 et 3,5, ils rayent le rubis et brûlent dans l'oxygène à 1000°.

Fig. 1.



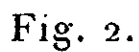
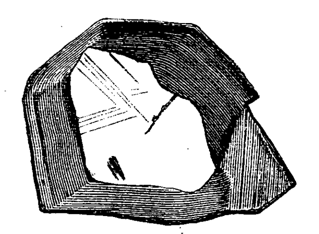


Fig. 2.



» Les diamants transparents ont des grosseurs excessivement variables, et certains sont à peine visibles au microscope avec un grossissement de 500 fois. Les uns sont arrondis et ce sont les plus nombreux (*fig.* 2), les autres ont des formes cristallines très nettes et certains se présentent sous la forme de beaux octaèdres réguliers possédant très nettement des stries et des impressions triangulaires ; ils brûlent dans l'oxygène en donnant de l'acide carbonique et ils rayent le rubis avec la plus grande facilité. En même temps que ces diamants, on rencontre, mais en petit nombre, des fragments de boort et de diamant enfumé.

» Les cristaux transparents qui se présentent sous forme de prismes allongés renferment de la silice ; on peut les détruire ainsi que la substance d'un jaune ambré dont nous avons parlé précédemment par deux attaques faites avec soin au bisulfate de potasse fondu, puis par un traitement à l'acide fluorhydrique et enfin à l'acide sulfurique.

» En résumé, notre étude microscopique de la terre bleue du Cap nous a amené à y découvrir l'existence de nombreux diamants microscopiques, du boort, du carbonado ou diamant noir sous ses formes variées et à densité variable, et enfin du graphite.

» Ce sont exactement les mêmes variétés de carbone que celles trouvées par nous dans les culots de fer soumis à une forte pression.

» La quantité de graphite contenue dans la terre bleue est certainement supérieure à la quantité de diamant que l'on peut y rencontrer et ces cristaux de graphite sont séparés les uns des autres.

» Je tiens à faire remarquer, en terminant, que la découverte du carbonado ou diamant noir dans la terre bleue appartient à M. Couttolenc ([1]), qui vient d'annoncer sa présence dans la mine d'Old de Beer's. Bien que mon étude analytique fût faite depuis deux années, je n'avais encore rien publié sur ce sujet et l'antériorité en revient incontestablement à M. Couttolenc. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Les Clasmatocytes, les cellules fixes du tissu conjonctif et les globules du pus;* par M. **L. Ranvier.**

« On m'a fait dire que les cellules lymphatiques sorties des vaisseaux pouvaient devenir des cellules fixes du tissu conjonctif. Je trouve, par exemple, dans un Ouvrage récent de notre éminent Confrère, M. Bouchard, la phrase suivante, que je copie textuellement : « On admettait » enfin, et Ranvier démontrait hier, qu'elles (les cellules migratrices) peu- » vent rester dans les tissus, non pas pour y mourir, mais pour y vivre » d'une vie sédentaire, après s'être transformées en cellules fixes du tissu » conjonctif ([2]). » Cette phrase ne traduit pas du tout ma pensée. Il me semble, dès lors, que, si M. Bouchard, qui a des connaissances histologiques sérieuses, ne l'a pas saisie, il doit en être de même de beaucoup d'autres. C'est ce qui m'engage à revenir aujourd'hui sur les clasmatocytes, sur leurs rapports avec les cellules conjonctives et sur leur rôle dans l'inflammation.

» Je dois dire d'abord, ce que je n'ai pas fait jusqu'ici, comment j'ai été conduit à reconnaître l'existence des clasmatocytes. Ayant traité successivement par l'acide osmique et le violet de méthyle 5B l'aponévrose fémo-

---

([1]) *Examen de la terre diamantifère de la mine d'Old de Beer's,* par M. Couttolenc (*Société d'Histoire naturelle d'Autun*, 5e bulletin, p. 127; décembre 1892).

Si ce savant n'a pas reconnu l'existence des diamants microscopiques, cela tient à ce que, dans son traitement de la terre bleue, il a fait intervenir une fusion à la soude caustique; je démontrerai ultérieurement que le diamant est détruit avec facilité par les carbonates alcalins en fusion.

([2]) Bouchard, *Les microbes pathogènes,* p. 161; 1892.

rale de la Grenouille, j'ai observé, à côté des cellules fixes dont j'avais donné la description (*Traité technique d'Histologie,* 2e édition, p. 292), d'autres cellules colorées en violet intense et qui présentaient tous les caractères morphologiques des cellules migratrices de la cornée préparée par le chlorure d'or. Examinant alors, chez la Grenouille également, diverses membranes après les avoir soumises à l'action méthodique de l'acide osmique et du violet 5 B, j'ai pu observer des cellules analogues à celles que j'avais trouvées dans l'aponévrose fémorale. Je les ai considérées comme des cellules migratrices ordinaires jusqu'à ce que j'ai vu leurs analogues dans le mésentère du Triton crêté. Ces cellules s'y montraient avec des caractères si particuliers qu'il devenait impossible de se méprendre plus longtemps sur leur nature.

» Les examinant alors à l'état vivant dans leur propre plasma, il me fut facile de reconnaître qu'elles ne possèdent pas la propriété d'émettre des prolongements amiboïdes et, par conséquent, de se déplacer dans les mailles du tissu conjonctif. Ce ne sont donc pas des éléments migrateurs. Faisant alors, chez la Grenouille, des observations semblables, je fus conduit à la même conclusion au sujet des cellules que j'avais prises d'abord pour des cellules migratrices.

» Je n'ai pas à revenir ici sur les caractères morphologiques de ces singuliers éléments et sur les motifs qui m'ont conduit à leur donner le nom de *clasmatocytes* (1).

» Je crois avoir établi que, sous l'influence de l'irritation, en dehors de toute action microbienne, notamment dans la péritonite déterminée chez les Mammifères par l'injection intra-péritonéale d'une solution étendue de nitrate d'argent, les clasmatocytes se transforment *in situ* en cellules lymphatiques.

» Ils reprennent ainsi leur forme embryonnaire. Ils se multiplient alors, toujours sous l'influence de l'irritation, avec une très grande activité, par le mécanisme de la division directe. C'est là la source principale de la suppuration, que la diapédèse seule ne saurait expliquer, dans un grand nombre de cas.

» Ceux qui, pour s'éclairer, répéteront les expériences dont j'ai parlé dans mes Communications antérieures (2), arriveront sans difficulté à re-

(1) *Des Clasmatocytes* (*Comptes rendus,* t. CX, p. 165; 1890).

(2) *De l'endothélium du péritoine,* etc. (*Comptes rendus,* t. CXII, p. 842; 1891). *De l'origine des cellules du pus,* etc. (*Comptes rendus,* t. CXII, p. 922; 1891).

connaître qu'il y a, entre les cellules fixes du tissu conjonctif et les clasmatocytes, des différences de forme, de grandeur et de réaction tellement grandes qu'ils abandonneront, sans doute, l'idée adoptée par le plus grand nombre, à savoir que les cellules lymphatiques en migration peuvent devenir des cellules conjonctives.

» Ils reconnaîtront également que les cellules conjonctives ne donnent jamais naissance à des cellules lymphatiques et, par conséquent, aux globules du pus.

» Les opinions divergentes qui se sont produites jusqu'à présent entre les pathologistes sur l'origine des globules du pus (prolifération et diapédèse) s'expliquent aisément aujourd'hui. Il se fait, en réalité, dans les tissus enflammés, une prolifération cellulaire très active; mais, parmi les cellules qui se multiplient, les clasmatocytes et les leucocytes seuls produisent des globules purulents. Quant à la nature de ces globules, je n'ai rien à ajouter à ce que je soutiens depuis plus de vingt ans. Ce sont des cellules lymphatiques mortes ou nécrosées. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La dépense glycosique entraînée par le mouvement nutritif, dans les cas d'hyperglycémie et d'hypoglycémie provoquées expérimentalement. Conséquences relatives à la cause immédiate du diabète et des autres déviations de la fonction glycémique;* par MM. **A. Chauveau** et **Kaufmann**.

« Les cas dans lesquels nous avons fait l'analyse comparative du sang artériel et du sang veineux, pour nous renseigner sur la cause immédiate des déviations de la fonction glycémique, sont assez variés. Nous allons les passer en revue successivement. On verra, comme nous l'avons déjà dit dans une Note précédente (voir les *Comptes rendus,* séance du 6 février), que, dans tous ces cas, la consommation de la glycose au sein des tissus se fait exactement comme à l'état normal.

» 1° *Hyperglycémie déterminée par l'assommement.* — Cl. Bernard a démontré que les animaux qui reçoivent un coup de masse sur le crâne peuvent devenir hyperglycémiques et glycosuriques. Ceci ne change rien aux proportions habituelles de glycose dans le sang artériel et dans le sang veineux :

» *Expérience I.* — Gros chien que l'on fait vivre avec la respiration artificielle après l'avoir assommé.

Une heure après l'assommement : glycose pour 1000 dans le sang	de l'artère fémorale.....	2gr,076
	de la veine fémorale......	2gr,000

» 2° *Hyperglycémie déterminée par la piqûre du plancher du quatrième ventricule.* — Dans l'expérience classique de Cl. Bernard, l'hyperglycémie temporaire provoquée par la piqûre bulbaire laisse également subsister la différence de richesse en glycose existant entre les deux sangs.

» *Expériences II à V.* — Il s'agit de quatre expériences anciennes, exécutées en 1859-1860, et dont le résultat moyen est exprimé par les chiffres suivants, conservés dans un carnet du temps :

Deux ou trois heures après la piqûre : glycose pour 1000 dans le sang	De la carotide....	2^{gr},345
	De la jugulaire...	2,207

» 3° *Hyperglycémie déterminée par la section sous-bulbaire ou atloido-occipitale de la moelle épinière.* — La section bulbaire est un des moyens les plus sûrs de produire une hyperglycémie généralement décroissante et accompagnée de glycosurie. La respiration artificielle qu'on est obligé de pratiquer alors n'y est pour rien, comme le prouveront des expériences signalées plus loin.

» *Expérience VI.* — Chien ayant déjà servi à une autre expérience :

Une heure après la section : glycose pour 1000 dans le sang	De l'artère fémorale....	2^{gr},085
	De la veine fémorale...	1,998

» *Expérience VII.* — Chien sur lequel la section bulbaire n'a pas été tout à fait complète :

Une heure vingt minutes après la section : glycose pour 1000 dans le sang	De l'artère fémorale....	1,961
	De la veine fémorale...	1,821

» *Expérience VIII.* — Chien dont la moelle a été parfaitement coupée :

Une heure dix minutes après la section : glycose pour 1000 dans le sang	De l'artère fémorale....	2,040
	De la veine fémorale...	1,888

» 4° *Hypoglycémie déterminée par la section de la moelle épinière au niveau du renflement brachial et dans les régions avoisinantes.* — Cette opération, d'après Cl. Bernard (il a en vue surtout la section médullaire entre la septième vertèbre cervicale et la première vertèbre dorsale), fait disparaître le sucre du sang. C'est une exagération, au moins en ce qui concerne le chien.

» Le sang, chez cet animal, ne cesse jamais de contenir du sucre après la section de la moelle, entre la septième vertèbre cervicale et la première vertèbre dorsale; mais la quantité en est moindre qu'à l'état normal : il y a hypoglycémie plus ou moins manifeste. Encore faut-il choisir le bon

moment pour la cueillette du sang, si l'on veut constater cette hypoglycémie. Quand on fait cette cueillette quelques minutes seulement après la section, on est exposé à trouver de l'hyperglycémie passagère, parfois très prononcée. Mais cette première phase accomplie, l'hypoglycémie s'établit d'une manière définitive. Comme ce n'est pas de ce fait dont nous avons à nous occuper maintenant, nous le laissons de côté, pour le reprendre plus tard à l'occasion d'une autre étude. Nous donnerons seulement cette indication que ce n'est pas seulement au niveau de l'origine de la huitième paire cervicale que la section médullaire provoque l'hypoglycémie venant après une période plus ou moins fugitive d'hyperglycémie. On obtient un effet semblable ou analogue quand la section porte sur un point quelconque de la portion de la moelle qui est comprise entre la quatrième paire cervicale et la sixième paire dorsale. Au delà de celle-ci, la section ne modifie pas sensiblement la fonction glycémique. Au delà de la quatrième paire cervicale, la section tend plutôt à produire les effets de la section bulbaire, c'est-à-dire l'hyperglycémie à marche plus ou moins décroissante.

» Nous trouverons dans les expériences citées ci-après la preuve que, dans la phase prolongée d'hypoglycémie, provoquée par la section cervico-dorsale de la moelle épinière, la dépense de la glycose se fait comme à l'état normal.

» *Expérience IX.* — Section médullaire entre la septième vertèbre cervicale et la première vertèbre dorsale :

Six heures après la section : glycose pour 1000 dans le sang	De l'artère fémorale	0,833
	De la veine fémorale	0,714
	De la veine jugulaire	0,781

» *Expérience X.* — Section médullaire entre la septième vertèbre cervicale et la première vertèbre dorsale :

Cinq heures après la section : glycose pour 1000 dans le sang	De l'artère fémorale	0,689
	De la veine fémorale	0,666

» *Expérience XI.* — Section médullaire entre les sixième et septième vertèbres cervicales. *Respiration artificielle,* le sujet menaçant d'asphyxier :

Cinq heures après la section : glycose pour 1000 dans le sang	De l'artère fémorale	0,840
	De la veine fémorale	0,729

» *Expérience XII.* — Section médullaire entre les sixième et septième vertèbres cervicales :

Une heure cinquante minutes après la section : glycose pour 1000 dans le sang	De l'artère fémorale	0,784
	De la veine fémorale	0,728
Six heures après la section : glycose pour 1000 dans le sang	De l'artère fémorale	0,796
	De la veine fémorale	0,708

» *Expérience XIII.* — Section médullaire entre les cinquième et sixième vertèbres cervicales :

Cinq heures après la section : glycose pour 1000 dans le sang	De l'artère fémorale	0,850
	De la veine fémorale	0,822

» *Expérience XIV.* — Section médullaire entre les troisième et quatrième vertèbres cervicales. *Respiration artificielle* pour empêcher l'asphyxie :

Une heure dix minutes après la section : glycose pour 1000 dans le sang	De l'artère fémorale	0,728
	De la veine fémorale	0,645

» Voilà les expériences consacrées à l'étude de la dépense de la glycose hématique dans le cas de déviation de la fonction glycémique sous l'influence de lésions de l'axe cérébro-spinal. Nous en résumerons les résultats dans le Tableau suivant auquel nous ajouterons quelques analyses de sang resté à peu près normal, au point de vue de la teneur en sucre, malgré des sections médullaires, généralement mal réussies.

5° *Tableau des analyses comparatives de sang artériel et de sang veineux, dans les cas de déviations de la fonction glycémique par lésions de l'axe cérébro-spinal.*

	Numéros des expériences.	Sang artériel.	Sang veineux.	Différence en faveur du sang artériel.	Différence en faveur du sang veineux.
		gr	gr	gr	gr
Lésions déterminant l'hyperglycémie (¹).	I	2,076	2,000	+0,076	»
	II à V	2,345	2,207	+0,138	»
	VI	2,085	1,998	+0,087	»
	VII	1,961	1,821	+0,140	»
	VIII	2,040	1,888	+0,152	»
	IX	1,700	1,593	+0,107	»
Lésions déterminant l'hypoglycémie.	X	0,833	0,713	+0,120	»
	XI	0,689	0,666	+0,023	»
	XII	0,830	0,729	+0,101	»
	XIII	0,784	0,728	+0,056	»
		0,796	0,708	+0,088	»
	XIV	0,850	0,822	+0,028	»
	XV	0,728	0,645	+0,083	»
Lésions n'ayant pas modifié sensiblement la glycémie normale.		0,980	0,927	+0,053	»
		1,000	0,864	+0,136	»
		1,500	1,500	»	»
		1,038	1,057	»	+0,019
		1,186	0,850	+0,336	»
		1,275	1,186	+0,089	»

(¹) Nous avons obtenu assez fréquemment des chiffres de glycose beaucoup plus

» Ce Tableau est tout à fait instructif. Sur vingt et une analyses comparatives, il n'y en a que deux dans lesquelles le sang artériel ne se montre pas plus riche en glycose que le sang veineux. On ne saurait guère douter que ces deux exceptions, comme tel chiffre un peu exubérant indiquant la supériorité du sang artériel en glycose, ne soient le fait du défaut d'uniformité absolue des conditions dans lesquelles ont été faites les analyses comparatives. Ces dissidences exceptionnelles ne s'éloignent pas, du reste, des limites des erreurs qu'on ne peut éviter dans ces sortes d'analyses, même quand elles sont très soigneusement exécutées. Aussi répéterons-nous que, dans les questions de la nature de celle que nous traitons ici, la solution ne peut être donnée par tel ou tel cas particulier, mais par l'ensemble d'un grand nombre d'expériences.

» 6° *Hyperglycémie déterminée par l'excision du pancréas.* — Nous n'insisterons pas beaucoup en ce moment sur ce point important. On sera suffisamment renseigné sur la question de la consommation de la glycose dans ce cas particulier par le Tableau suivant, dans lequel on a réuni huit expériences d'extirpation du pancréas chez le chien, avec analyses comparatives du sang artériel et du sang veineux. Les sujets, pour la plupart, étaient devenus très fortement glycosuriques.

---

considérables dans les cas de section bulbaire. Si ces chiffres ne figurent pas dans le présent Tableau, c'est que le sang artériel seul a été analysé; mais ils trouveront place ailleurs.

Les différences d'intensité de l'hypoglycémie déterminée par la section bulbaire rappellent du reste beaucoup celles qui se manifestent dans le diabète pancréatique expérimental. Dans ce dernier cas, l'hyperglycémie est assez variable, même quand les quantités de sucre éliminé par les urines, quantités rapportées à 1^{kg} de poids vif, se montrent à peu près égales. Il en est probablement de même dans le diabète spontané observé sur l'espèce humaine. Je n'ai jamais fait qu'une seule analyse de sang d'homme diabétique; cette analyse, la première sans doute qui ait été exécutée, m'a fourni le chiffre, énorme et très exceptionnel, de $5^{gr},892$ de sucre pour 1000. Il s'agissait, il est vrai, d'un cas de diabète maigre, à marche ultra-rapide. Ce cas était observé, en 1856, dans le service de clinique du professeur Teissier, à l'Hôtel-Dieu de Lyon, sur un jeune homme d'une vingtaine d'années. Ce jeune homme était devenu subitement diabétique sous l'influence de l'émotion qu'il avait éprouvée en rencontrant par hasard, sur la grande route, le cadavre de son père, qui venait d'être assassiné. On sait, par contre, que certaines substances, comme la phlorydzine, agissent tout à la fois en augmentant la production physiologique de la glycose hématique et en diminuant la tolérance de l'organisme pour cette substance sucrée, en sorte que la glycosurie se produit alors sans qu'il y ait hyperglycémie. (A. Ch.)

Numéros des expériences.	Temps écoulé depuis la dépancréatisation.	Sang de l'artère fémorale : glycose pour 1000.	Sang de la veine fémorale : glycose pour 1000.	Différence en faveur du sang artériel.	Différence en faveur du sang veineux.
		gr	gr	gr	gr
XV	28 heures (¹).	4,286	4,331	»	+0,45
XVI....	23 heures.	2,304	2,120	+0,184	»
XVII...	18 heures.	3,212	2,944	+0,268	»
XVIII...	48 heures.	3,121	3,121	»	»
XIX....	24 heures.	2,864	2,717	+0,147	»
XX....	5 heures.	2,040	2,000	+0,040	»
XXI....	19 heures.	1,888	1,759	+0,129	»
XXII...	19 heures.	1,923	1,666	+0,257	»

» Ce Tableau montre que, dans un cas seulement, les analyses ont donné une légère supériorité glycosique au sang veineux. Dans un autre cas, il y a eu égalité de teneur en glycose. Mais l'infériorité du sang veineux s'est traduite dans les six autres expériences d'une manière très évidente. Aussi, la moyenne des huit cas donne-t-elle le chiffre de $0^{gr},122$ de glycose perdue par chaque 1000^{gr} de sang pendant la traversée des capillaires : c'est un chiffre fort, quoique les résultats des deux expériences qui font exception aient sensiblement abaissé cette moyenne. Ici encore les deux exceptions reconnaissent certainement pour cause quelque défaut dans l'uniformité des conditions expérimentales.

» 7° *Conclusion*. — L'hyperglycémie diabétique, qu'elle provienne de l'extirpation du pancréas ou d'une lésion de l'axe médullaire, reconnaît toujours pour cause un excès de production glycosique, et non un arrêt ou un ralentissement de la dépense de sucre dans les vaisseaux capillaires. D'un autre côté, dans les cas d'hypoglycémie déterminée par les sections médullaires, cette dépense est plutôt moins active qu'à l'état normal. D'où il résulte que toutes les déviations de la fonction glycémique, en quelque sens qu'elles se produisent, doivent être rapportées à la même cause immédiate : un changement dans l'activité de l'organe glycogène, c'est-à-dire l'exaltation ou l'amoindrissement de la production de la glycose. Voilà

(¹) Nous avons choisi, pour nos analyses, des animaux très récemment opérés, parce que, étant donné notre point de vue, il était important d'agir sur des sujets en bon état d'embonpoint, chez lesquels il y eût conservation à peu près intégrale de l'activité du travail physiologique intime des tissus organiques. Ce n'eût point été le cas si nous nous étions adressé aux sujets émaciés qui sont près de leur fin.

le point fondamental qu'il fallait établir pour servir de pierre d'attente solide à l'édification d'une théorie générale du diabète. La dépense glycosique qu'entraîne le mouvement nutritif n'est ni entravée, ni accrue dans les diverses déviations de la fonction glycémique qui ont fait l'objet de nos recherches. D'où il résulte que ces troubles, malgré leur gravité, ne modifient pas sensiblement les caractères fondamentaux de la nutrition, en ce qui concerne l'utilisation de la glycose pour la création de la force vive nécessaire au travail physiologique intime des tissus animaux. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. **Cl. Nourry** et **C. Michel** adressent une Note intitulée : « Immunisation contre la tuberculose, par les injections sous-cutanées de liquide testiculaire ».

(Commissaires : MM. Brown-Séquard, Brouardel.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie qu'une souscription est ouverte pour publier les Œuvres de *J.-S. Stas*, et élever un monument à sa mémoire.

M. **J. Bertrand** dépose sur le bureau de l'Académie, au nom de Mme *Laugier*, un Mémoire manuscrit de *Lancret* sur les développoïdes, présenté à l'Institut le 22 décembre 1806. Ce Mémoire a été imprimé dans le IIe Volume du Recueil des *Savants étrangers*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de MM. *J. Tannery* et *J. Molk*, intitulé : « Éléments de la théorie des fonctions elliptiques. Tome I : Introduction; Calcul différentiel (Ire Partie) ». (Présenté par M. Darboux.)

M. **Fowler** adresse ses remercîments à l'Académie, pour la distinction accordée à ses travaux.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Holmes, faites à l'équatorial coudé* ($0^m,32$) *de l'observatoire de Lyon.* Note de M. **G. Le Cadet**, présentée par M. Tisserand.

Comparaisons et positions de la comète.

Dates 1893.	Temps moyen de Lyon.	Comète — Étoile. Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α app.	Log. fact. parall.	δ app.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Janv. 20.	9.33.47	+2.16,18	+1.34,4	2:2	1.27. 3,52	9,642	+33.39.0,3	0,561	8
25.	9.48.53	−0.17,70	−6.55,1	4:4	1.33.58,21	9,666	+33.41.8,3	0,604	9
Fév. 6.	10.14.29	−1. 1,28	+5.49,5	4:4	1.51.42,19	9,693	+33.55.8,4	0,682	10

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1893.	★.	Gr.	α moy. 1892,0.	Réduction au jour.	δ moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
			h m s	s	° ′ ″	″	
Janv. 20.......	8	8	1.24.48,22	−0,88	+34.37.17,7	+8,2	Leid. Z. 242
25.......	9	7,5	1.34.16,81	−0,90	+33.47.55,1	+8,3	Leid. Z. 397-398
Fév. 6.......	10	7,5	1.52.44,43	−0,96	+33.49.10,8	+8,1	Leid. Z. 393-396

» *Remarques :* Janvier 20. — Observation faite dans une courte et brumeuse éclaircie.

» La comète, que l'on avait cessé d'apercevoir le 18 décembre 1892, se présente actuellement sous forme d'une brillante condensation nébuleuse de 9e grandeur.

» Février 6. — La comète est redevenue très faible, presque sans condensation distincte; la nébulosité est un peu allongée vers le nord-est; dans ce sens son étendue est de 5′ environ; elle s'est très sensiblement étalée depuis le 20 janvier. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une forme explicite des formules d'addition des fonctions hyperelliptiques les plus générales.* Note de M. **F. de Salvert**, présentée par M. Hermite.

« Le résultat que nous avons donné dans une Note précédente (séance du 6 février 1893), concernant l'intégrale algébrique d'un système hyperelliptique quelconque, contient en réalité, ainsi qu'il était facile de le prévoir, une forme explicite des formules d'addition des fonctions hyperelliptiques les plus générales.

» Voici comment on peut en dégager cette conséquence intéressante.

» Le système des n équations différentielles

$$(1)\qquad \sum_i \frac{\lambda_i^{m-1}\, d\lambda_i}{\sqrt{F(\lambda_i)}} = 0 \qquad \left\{ \begin{array}{l} i = 1, 2, 3, \ldots, (n+1), \\ m = 1, 2, 3, \ldots, n \end{array} \right.$$

admet pour intégrale générale, avons-nous dit, soit sous forme algébrique, soit sous forme transcendante, le système des n équations finies de chaque sorte correspondant aux n premières valeurs entières de m

$$(2)\qquad \sum_{ij} S_{ij}^{(m-1)}(\alpha_i X_j - \alpha_j X_i)^2 = \sum_i S_i^{(m)} \alpha_i^2 - U_m, \qquad \sum_i \int_{\lambda_0}^{\lambda_i} \frac{\lambda^{m-1}\, d\lambda}{\sqrt{F(\lambda)}} = W_m,$$

dans lesquelles les symboles X_i, $S_i^{(m)}$, $S_{ij}^{(m-1)}$ ayant la signification dont nous sommes convenu, les α_i sont $n+1$ constantes d'intégration astreintes à vérifier la seule et unique condition $\sum_i \alpha_i^2 = 1$, et les W_m représentent également n constantes arbitraires quelconques.

» Partant de là, considérons deux systèmes de valeurs des inconnues λ que nous spécifierons, ainsi que toutes les différentes fonctions qui s'y rapportent, par les indices 1 et 2 placés en exposant, et astreints à la seule condition de vérifier l'un et l'autre, pour les mêmes valeurs des constantes d'intégration, les systèmes d'équations, tant différentielles qu'intégrales (1) et (2), c'est-à-dire tels par hypothèse que l'on ait à la fois

$$(3)\qquad \left\{ \begin{array}{l} \sum_{ij} S_{ij}^{(m-1)}(\alpha_i X_j^{(1)} - \alpha_j X_i^{(1)})^2 = \sum_i S_i^{(m)} \alpha_i^2 - U_m \sum_i \alpha_i^2, \qquad \sum_i \int_{\lambda_0}^{\lambda_i^{(1)}} \frac{\lambda^{m-1}\, d\lambda}{\sqrt{F(\lambda)}} = W_m, \\ \sum_{ij} S_{ij}^{(m-1)}(\alpha_i X_j^{(2)} - \alpha_j X_i^{(2)})^2 = \sum_i S_i^{(m)} \alpha_i^2 - U_m \sum_i \alpha_i^2, \qquad \sum_i \int_{\lambda_0}^{\lambda_i^{(2)}} \frac{\lambda^{m-1}\, d\lambda}{\sqrt{F(\lambda)}} = W_m. \end{array} \right.$$

» L'élimination des $n+1$ arbitraires α_i entre les $2n$ équations algébriques, qui sont homogènes par rapport à elles, fournira n autres équations que l'on obtiendra presque immédiatement en se rappelant, ainsi que nous le mentionnons à la fin de la Note précitée, que la forme d'intégrale du système (1) fournie par la méthode de Jacobi établissant manifestement des relations telles que

$$\alpha_i X_j - \alpha_j X_i = \text{const},$$

la relation qui en découle entre les systèmes considérés par nous, savoir :

$$\alpha_i X_j^{(1)} - \alpha_j X_i^{(1)} = \alpha_i X_j^{(2)} - \alpha_j X_i^{(2)} \qquad \text{ou} \qquad \frac{\alpha_i}{X_i^{(1)} - X_i^{(2)}} = \frac{\alpha_j}{X_j^{(1)} - X_j^{(2)}},$$

équivaut dès lors à n équations qui pourront évidemment remplacer les

n équations algébriques de la seconde ligne (3), et donneront par conséquent pour résultat de l'élimination demandée les n équations manifestement distinctes, comme provenant chacune, exclusivement, d'une intégrale différente du système proposé (1)

$$\begin{aligned}\sum_{ij} S_{ij}^{(m-1)}\left[\left(X_i^{(1)}-X_i^{(2)}\right)X_j^{(1)}-\left(X_j^{(1)}-X_j^{(2)}\right)X_i^{(1)}\right]^2 \\ =\sum_i S_i^{(m)}\left(X_i^{(1)}-X_i^{(2)}\right)^2-U_m\sum_i\left(X_i^{(1)}-X_i^{(2)}\right)^2,\end{aligned}$$

ou simplement, en réduisant,

$$(4)\qquad \sum_{ij} S_{ij}^{(m-1)}\left(X_i^{(1)}X_j^{(2)}-X_j^{(1)}X_i^{(2)}\right)^2=\sum_i\left(S_i^{(m)}-U_m\right)\left(X_i^{(1)}-X_i^{(2)}\right)^2.$$

» Cela posé, introduisant à présent la considération des n fonctions bien déterminées φ_i des n variables indépendantes u_m définies par les deux systèmes inverses l'un de l'autre

$$(5)\qquad \sum_{i=1}^{i=n}\int_{\lambda_0}^{\lambda_i}\frac{\lambda^{m-1}\,d\lambda}{\sqrt{F(\lambda)}}=u_m,\qquad \lambda_i=\varphi_i(u_1,u_2,u_3,\ldots,u_n),$$

les $2n$ équations transcendantes de droite (3) pouvant s'écrire aussi bien

$$(6)\qquad \left\{\begin{aligned}\sum_{i=1}^{i=n}\int_{\lambda_0}^{\lambda_i^{(1)}}\frac{\lambda^{m-1}\,d\lambda}{\sqrt{F(\lambda)}}+\int_{\lambda_0}^{\lambda_{n+1}^{(1)}}\frac{\lambda^{m-1}\,d\lambda}{\sqrt{F(\lambda)}}=W_m,\\ \sum_{i=1}^{i=n}\int_{\lambda_0}^{\lambda_i^{(2)}}\frac{\lambda^{m-1}\,d\lambda}{\sqrt{F(\lambda)}}+\int_{\lambda_0}^{\lambda_{n+1}^{(2)}}\frac{\lambda^{m-1}\,d\lambda}{\sqrt{F(\lambda)}}=W_m,\end{aligned}\right.$$

si l'on convient de faire, en ayant égard à la définition qui précède,

$$(7)\qquad \left\{\begin{aligned}\sum_{i=1}^{i=n}\int_{\lambda_0}^{\lambda_i^{(1)}}\frac{\lambda^{m-1}\,d\lambda}{\sqrt{F(\lambda)}}=u_m^{(1)},\qquad \lambda_i^{(1)}=\varphi_i\left(u_1^{(1)},u_2^{(1)},\ldots,u_n^{(1)}\right),\\ \sum_{i=1}^{i=n}\int_{\lambda_0}^{\lambda_i^{(2)}}\frac{\lambda^{m-1}\,d\lambda}{\sqrt{F(\lambda)}}=u_m^{(2)},\qquad \lambda_i^{(2)}=\varphi_i\left(u_1^{(2)},u_2^{(2)},\ldots,u_n^{(2)}\right),\end{aligned}\right.$$

les deux équations (6) donneront, en les ajoutant ensemble,

$$(8)\qquad u_m^{(1)}+u_m^{(2)}+\int_{\lambda_0}^{\lambda_{n+1}^{(1)}}\frac{\lambda^{m-1}\,d\lambda}{\sqrt{F(\lambda)}}+\int_{\lambda_0}^{\lambda_{n+1}^{(2)}}\frac{\lambda^{m-1}\,d\lambda}{\sqrt{F(\lambda)}}-2W_m=0.$$

» Or les constantes W_m étant, avons-nous dit, complètement arbitraires,

prenons pour elles des expressions de la forme

$$(9)\qquad W_m = -\frac{1}{2}\sum_{j=1}^{j=n-2}\int_{\lambda_0}^{\tau_j}\frac{\lambda^{m-1}\,d\lambda}{\sqrt{F(\lambda)}}\qquad [j = 1, 2, 3, \ldots, (n-2)];$$

les $n-2$ quantités τ_j ainsi introduites étant d'autres constantes arbitraires, l'équation précédente (8) deviendra

$$(10)\quad \int_{\lambda_0}^{\lambda_{n+1}^{(1)}}\frac{\lambda^{m-1}\,d\lambda}{\sqrt{F(\lambda)}} + \int_{\lambda_0}^{\lambda_{n+1}^{(2)}}\frac{\lambda^{m-1}\,d\lambda}{\sqrt{F(\lambda)}} + \sum_{j=1}^{j=n-2}\int_{\lambda_0}^{\tau_j}\frac{\lambda^{m-1}\,d\lambda}{\sqrt{F(\lambda)}} = -(u_m^{(1)} + u_m^{(2)}),$$

et donnera dès lors, d'après les définitions (5),

$$(11)\quad \begin{cases} \lambda_{n+1}^{(1)} = \varphi_m\quad [-(u_1^{(1)}+u_1^{(2)}),\quad -(u_2^{(1)}+u_2^{(2)}),\quad \ldots,\quad -(u_n^{(1)}+u_n^{(2)})],\\ \lambda_{n+1}^{(2)} = \varphi_{m+1}\quad [-(u_1^{(1)}+u_1^{(2)}),\quad -(u_2^{(1)}+u_2^{(2)}),\quad \ldots,\quad -(u_n^{(1)}+u_n^{(2)})],\\ \tau_j = \varphi_{m+1+j}[-(u_1^{(1)}+u_1^{(2)}),\quad -(u_2^{(1)}+u_2^{(2)}),\quad \ldots,\quad -(u_n^{(1)}+u_n^{(2)})], \end{cases}$$

l'indice entier ne pouvant être pris à volonté de 1 à n, du moment que le premier membre de l'équation de définition (5) est complètement symétrique par rapport aux n fonctions λ_i ou φ_i, à la seule condition d'y ajouter toutefois la définition $\varphi_{n+k} = \varphi_n$ pour les indices entiers supérieurs à n.

» Ces préliminaires étant admis, il est visible à présent que les n équations algébriques renfermées dans le type (4) pour les n premières valeurs entières de l'indice m seront précisément les formules d'addition des n fonctions hyperelliptiques φ_i définies par les systèmes (5), à la seule condition d'entendre que les $\lambda_i^{(1)}$ et $\lambda_i^{(2)}$ qui figurent dans les expressions convenues des $X_i^{(1)}$ ou $X_j^{(1)}$ et des $X_i^{(2)}$ ou $X_j^{(2)}$ y tiennent lieu, pour abréger, des $2n$ valeurs de droite (7) et des deux premières valeurs (11). Car ces n équations algébriques qui sont toutes distinctes, ainsi que nous l'avons observé, renfermant chacune, avec cette interprétation, deux fonctions consécutives φ_k et φ_{k+1} relatives à des arguments de la forme $-(u_m^{(1)} + u_m^{(2)})$, contiendront alors évidemment dans leur ensemble les n fonctions φ_i relatives à ces mêmes arguments, en même temps que les $2n$ fonctions analogues relatives aux arguments simples

$$\varphi_i(u_1^{(1)}, u_2^{(1)}, \ldots, u_n^{(1)}) \text{ et } \varphi_i(u_1^{(2)}, u_2^{(2)}, \ldots, u_n^{(2)}). \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les lois de réciprocités et les sous-groupes du groupe arithmétique.* Note de M. X. **Stouff**, présentée par M. Darboux.

« 1° On peut définir un sous-groupe R du groupe arithmétique de la manière suivante :

» Pour qu'une substitution à coefficients entiers réels, de déterminant 1, appartienne au groupe R, il faut et il suffit que

$$\beta \equiv 0 \quad (\text{mod. } 9),$$

et qu'en prenant, au hasard, un système de deux nombres complexes :

$$3(a+b\rho), \qquad c+d\rho,$$

$$\rho^3 = 1, \qquad a-2 \equiv b-1 \equiv c \equiv d-1 \qquad (\text{mod. } 3),$$

on ait

$$\left[\frac{3\alpha(a+b\rho)+\beta(c+d\rho)}{3\gamma(a+b\rho)+\delta(c+d\rho)}\right] = \left[\frac{3(a+b\rho)}{c+d\rho}\right],$$

le signe $[-]$ est le signe de Legendre-Jacobi, généralisé par Eisenstein pour les restes cubiques.

» 2° On peut définir un sous-groupe Γ'' du groupe arithmétique de la manière suivante :

» Pour qu'une substitution S appartienne au groupe Γ'' il faut et il suffit que

$$\alpha - 1 \equiv \delta \equiv 1 \equiv \beta \equiv \gamma \qquad (\text{mod. } 4),$$

et, de plus, qu'en choisissant arbitrairement un système de deux entiers complexes

$$2(a+bi), \qquad c+di,$$

tels que

$$a \equiv 1, \qquad b \equiv 1, \qquad c \equiv 0, \qquad d \equiv 1 \qquad (\text{mod. } 4),$$

on ait

$$[2\alpha(a+bi)+\beta(c+di);\ 2\gamma(a+bi)+\delta(c+di)] = [2(a+bi);\ c+di],$$

$$[2\gamma(c+di)+2\alpha(a+bi);\ \alpha(c+di)+2\beta(a+bi) = [2(a+bi);\ c+di].$$

» Le symbole

$$[\quad ; \quad]$$

est le symbole employé par Eisenstein dans la théorie des restes biquadratiques.

» Ces sous-groupes sont à congruences. »

HYDRAULIQUE. — *Expériences sur les déversoirs noyés*. Note de M. **H. Bazin**, présentée par M. Boussinesq.

« Nous nous proposons, dans la présente Note, de faire connaître les modifications successives que subit l'écoulement sur un déversoir en mince paroi sans contraction latérale, quand on exhausse progressivement le niveau de l'eau en aval. Supposons d'abord ce niveau suffisamment bas pour ne pas influer sur le déversoir; la nappe (d'ailleurs noyée en dessous) s'étalera sur le fond du canal en un rapide, terminé par un ressaut dont la position est indifférente tant qu'il n'atteint pas le déversoir. C'est ce cas, relativement très simple, que nous avons étudié dans une Note antérieure (¹). Mais, dès que le ressaut est en contact avec la nappe, tout exhaussement du niveau d'aval se transmet partiellement en amont, et l'écoulement sur le déversoir se fait sous une charge h plus grande. En d'autres termes, le coefficient m de la formule classique $Q = mlh\sqrt{2gh}$ diminue à mesure que croît la hauteur h_1 (mesurée depuis le seuil) du plan d'eau en aval. Cette influence commence à se faire sentir, dès que l'écart vertical de niveau d'aval à la crête du déversoir devient inférieur à la charge h. Si l'on continue à relever ce niveau, il pourra dépasser notablement la crête, sans que l'aspect extérieur de la nappe soit sensiblement modifié. Toutefois, un moment arrive où cet aspect change subitement; la nappe, qui jusqu'alors plongeait dans une eau tourbillonnante, se reporte à la surface en donnant naissance à un profil ondulé.

» Les relations du coefficient m avec les quantités h, h_1 et avec la hauteur p du déversoir, sont fort complexes; et il faut, pour les mieux comprendre, examiner préalablement comment varie la pression P sous la nappe, la valeur de m étant étroitement liée à celle de P. Cette pression P, mesurée contre la face aval du déversoir au niveau même de la crête, représente ici l'excédent de la pression effective sur la pression atmosphérique. Si l'on calcule, pour chaque expérience, les rapports de P à h et de p à h, et si on les représente graphiquement en prenant le premier pour

(¹) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 122; 20 juillet 1891.

ordonnée et le deuxième pour abscisse, les points ainsi déterminés se distribuent sur une série de droites dont chacune correspond à une valeur particulière du rapport de h_1 à p. On a donc la relation linéaire

$$\frac{P}{h} = a + b\,\frac{p}{h}, \qquad \text{avec } a,\ b, \text{ fonctions de } \frac{h_1}{p}.$$

» La *fig.* 1 fait voir la disposition de ces droites; les chiffres placés à l'extrémité de chacune d'elles indiquent la valeur du rapport de h_1 à p à laquelle elle se rapporte. Elles sont limitées par les lignes AB, BC, DE qui correspondent : AB, au départ du ressaut, BC, au passage à la nappe adhérente, DE à la cessation de l'écoulement.

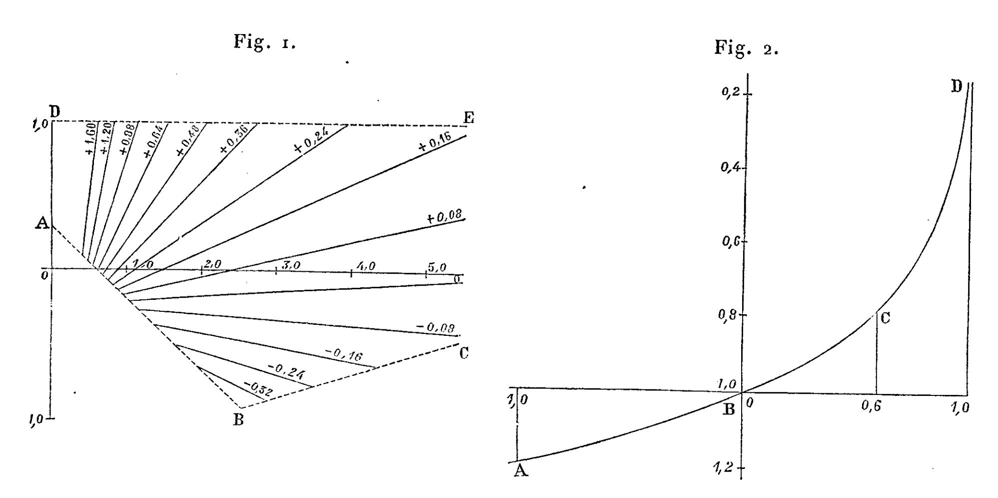


Fig. 1.

Fig. 2.

» Désignons maintenant par m' le coefficient d'une nappe *libre* de même charge h, dont la surface inférieure serait en communication avec l'atmosphère et, par conséquent, à la pression constante $P = 0$. Calculons les rapports de m à m' et représentons-les graphiquement, en prenant ceux de P à h pour abscisse. Tous les points ainsi déterminés viendront se concentrer sur une zone étroite, au milieu de laquelle on pourra tracer une courbe moyenne ABCD (*fig.* 2); on aura donc

$$\frac{m}{m'} = f\left(\frac{P}{h}\right) = f\left(a + b\,\frac{p}{h}\right),$$

le rapport des coefficients m et m' dépendant simplement de celui des quantités P et h (1). Cette courbe ABCD comprend trois tronçons distincts,

(1) Sauf toutefois pour les abscisses supérieures à 0,6, où la zone s'élargit un peu dans le sens des ordonnées.

qui correspondent : le premier, AB, aux pressions négatives; le deuxième, BC, aux pressions positives inférieures à $0,6h$; le troisième, CD, aux pressions comprises entre $0,6h$ et h [1].

» Le premier tronçon AB répond au cas où le plan d'eau d'aval est inférieur, ou à peine supérieur au niveau de la crête; la courbe diffère très peu d'un arc de parabole, qui aurait pour équation

$$\frac{m}{m'} = 1 - 0,235\frac{P}{h}\left(1 + \frac{1}{7}\frac{P}{h}\right).$$

» Les droites correspondantes de la *fig.* 1 convergent sensiblement vers un même point : leur équation est

$$\frac{P}{h} = -0,26 + 0,75\left(\frac{h_1}{p} + 0,05\right)\frac{p}{h}.$$

» L'élimination de P donne, en négligeant un terme généralement très petit, et simplifiant un peu les coefficients :

$$\frac{m}{m'} = 1,06 - 0,16\left(\frac{h_1}{p} + 0,05\right)\frac{p}{h}.$$

» D'après cette formule, m varie dans le même sens que h, ou en sens inverse, suivant que le niveau de l'aval est supérieur ou inférieur à la limite $h_1 = -0,05p$. Lorsque ce plan d'eau est précisément à $0,05p$ au-dessous de la crête, on a, quel que soit h, $P = -0,26h$ et $m = 1,06m'$.

» Les deux autres tronçons BC et CD correspondent au cas où le niveau d'aval est plus élevé que la crête. Le premier diffère peu d'un arc de parabole

$$\frac{m}{m'} = 1 - 0,235\frac{P}{h}\left(1 + \frac{P}{h}\right).$$

» Mais, à partir de l'abscisse 0,6, la courbe expérimentale s'écarte rapidement de la parabole. Elle paraît même ne plus être tout à fait unique ou indépendante du rapport de h_1 à p, et le dernier tronçon serait représenté par l'équation

$$\frac{m}{m'} = \left(1 + 0,04\frac{h_1}{p}\right)\sqrt[3]{1 - \frac{P}{h}}.$$

---

(1) Le point C, limite des deuxième et troisième tronçons de la courbe, ne correspond pas, ainsi qu'on pourrait le supposer, au passage de la nappe à la forme ondulée indiquée ci-dessus; ce passage répond à des valeurs diverses de la pression, suivant les niveaux d'amont et d'aval, de sorte que les tronçons BC et CD comprennent tous deux des nappes à forme ondulée.

» Celle des droites correspondantes de la *fig.* 1 est, en désignant par z la différence de niveau $h - h_1$ des deux biefs d'amont et d'aval,

$$\frac{P}{h} = 1 - \left[1,26 + 0,54 \frac{h_1}{p}\right] \frac{z}{h},$$

sauf dans le cas de h petit où cette formule doit subir une légère correction.

» La substitution de P dans les deux équations précédentes donne pour m des expressions assez compliquées, mais qu'on simplifie en se contentant d'une approximation un peu moindre. Il vient notamment, pour le tronçon CD, la formule

$$\frac{m}{m'} = 1,08 \left(1 + \frac{1}{6} \frac{h_1}{p}\right) \sqrt[3]{\frac{z}{h}},$$

dont le second membre s'annule bien, comme il le fallait, avec la dénivellation z entre l'amont et l'aval. »

OPTIQUE. — *Sur les franges des caustiques.* Note de M. **J. Macé de Lépinay**, présentée par M. Mascart.

« M. Mascart a montré ([1]) qu'il était possible, pour calculer les directions des arcs surnuméraires de l'arc-en-ciel, de substituer à l'emploi de l'intégrale d'Airy, celui d'une formule commode et très approchée, déduite de considérations géométriques simples. Airy ayant établi, d'autre part ([2]), qu'il se produit, au voisinage des caustiques, des franges de diffraction dont le calcul se ramène à celui de la même intégrale que pour l'arc-en-ciel, il est à prévoir que la formule de M. Mascart est également applicable au calcul des franges des caustiques.

» I. Soit O un point d'une caustique, éloigné de tout point singulier de cette dernière; l'onde qui passe par O rencontre cette surface caustique suivant une certaine courbe. Cette onde présentera deux nappes, se raccordant suivant cette courbe, qui forme une ligne de rebroussement, et normales, l'une aux rayons lumineux tangents à la caustique avant cette ligne, l'autre à ceux qui la rencontrent au delà. Si donc nous introduisons en O un écran normal au rayon qui passe par ce point, nous devrons voir

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CVI, p. 1575; 1888, et t. CVIII, p. 17; 1889.
([2]) *Cambridge Ph. Trans.,* t. VI; 1838.

s'y dessiner des franges d'interférence, car à chacun de ses points parviennent, au bout de temps inégaux, deux systèmes de mouvements vibratoires, correspondant aux deux nappes de l'onde.

» Considérons le plan contenant à la fois le rayon lumineux OC passant par O et la normale Ox à la caustique en ce point. Ce plan coupe chacune des ondes successives suivant une courbe tangente, au pied C de la normale à l'onde issue de O, à l'une des lignes de courbure principales de cette onde. Nous pourrons donc considérer les normales à l'onde aux points de cette ligne de courbure, voisins de C, comme contenues dans ce plan; elles ont pour enveloppe l'intersection de ce dernier avec la caustique.

» L'équation de la trace, sur ce plan, d'une onde éloignée de $OC = R$ du point O peut s'écrire (Airy)

$$y = \frac{x^2}{2R} - \frac{\rho x^3}{6R^3},$$

en la rapportant à sa tangente et à sa normale en C, ρ étant le rayon de courbure, en O, de la trace de la caustique sur ce même plan. On en déduit l'équation de l'intersection par ce plan de l'onde qui passe par le point O, rapportée également à sa tangente et à sa normale en ce point

$$y = \frac{1}{3\sqrt{\rho}}(2x)^{\frac{3}{2}}.$$

» II. Les deux mouvements vibratoires qui se superposent en un point quelconque de l'axe des x, voisin de l'origine, se propageant dans deux directions peu inclinées sur l'axe des y, leur différence de marche géométrique est $2y$. Comme, d'ailleurs, un élément de l'onde retardée a seul subi une avance de $\frac{\lambda}{4}$ (¹) en franchissant une ligne focale, la différence de phase de ces deux mouvements vibratoires est

$$2\pi\left[\frac{2}{3\lambda\sqrt{\rho}}(2x)^{\frac{3}{2}} - \frac{1}{4}\right].$$

» Les intensités de ces deux mouvements vibratoires sont égales, et en raison inverse de la simple distance $\sqrt{2\rho x}$, à la trace, sur le plan considéré, de la ligne focale correspondante voisine. L'intensité de la vibration

(¹) Gouy, *Sur la propagation anomale des ondes* (*Ann. de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXIV, 1891).

résultante est donc

$$I = \frac{4}{\sqrt{2\rho x}} \cos^2 \pi \left[\frac{2}{3\lambda\sqrt{\rho}} (2x)^{\frac{3}{2}} - \frac{1}{4} \right] = \frac{2^{\frac{7}{3}}.3^{\frac{1}{6}}}{(\lambda\rho^2)^{\frac{1}{3}}} \frac{1}{\sqrt{z}} \cos^2 \pi \left[\left(\frac{z}{3}\right)^{\frac{3}{2}} - \frac{1}{4} \right],$$

en posant

$$\frac{2}{3\lambda\sqrt{\rho}} (2x)^{\frac{3}{2}} = \left(\frac{z}{3}\right)^{\frac{3}{2}}.$$

» Les franges étant normales au plan considéré, les valeurs de x qui correspondent à $I = 0$ représentent les distances des franges noires au bord géométrique de la caustique.

» Nous retrouvons ainsi la formule de M. Mascart, et justifions en même temps la marche suivie par M. Perot et moi-même ([1]) pour l'étude des caustiques du mirage artificiel, cas où, les trajectoires lumineuses n'étant pas rectilignes, les méthodes ordinaires de calcul des phénomènes de diffraction étaient inapplicables.

» III. Les franges des caustiques présentent, dans le cas d'un miroir concave, des colorations analogues à celles de Newton. Avec une lentille, elles ne sont guère visibles en lumière blanche que si la lentille est achromatique et peuvent alors présenter (lentille inclinée de 60° environ sur la direction du faisceau lumineux, distance focale 30^{cm}, fente à 60^{cm} de distance) des phénomènes d'achromatisme analogues à ceux que M. Mascart a signalés pour l'arc-en-ciel. Leur origine est dans ce fait, mis en évidence par les colorations du bord de la caustique, que les caustiques correspondant au bleu et au rouge se coupent en deux points A et B, dans le plan où se déplace le microscope d'observation, la caustique du bleu étant, dans l'intervalle, intérieure à l'autre. Le point A est situé sur le bord même de la lentille.

» Soient x la distance de la frange sombre, d'ordre m, de longueur d'onde λ, au bord de la caustique correspondant à λ_0, x_0 la distance à ce même bord, du bord de la caustique correspondant à λ, on a, A étant un coefficient numérique,

$$x - x_0 = A\rho^{\frac{1}{3}}(4m + 3)^{\frac{2}{3}}\lambda^{\frac{2}{3}}.$$

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. XXVII, 1892.

» La condition d'achromatisme est

$$\frac{\partial x}{\partial\lambda} = \frac{dx_0}{d\lambda} + \frac{1}{3}A(4m+3)^{\frac{2}{3}}\left[2\left(\frac{\rho}{\lambda}\right)^{\frac{1}{3}} + \left(\frac{\lambda}{\rho}\right)^{\frac{2}{3}}\frac{d\rho}{d\lambda}\right] = 0.$$

» Comme les deux termes de la parenthèse sont positifs, on voit qu'entre A et B $\left(\frac{dx_0}{d\lambda}\text{ négatif}\right)$, le numéro d'ordre de la frange achromatique est positif, croissant avec la valeur absolue de $\frac{dx_0}{d\lambda}$. Au delà de B $\left(\frac{dx_0}{d\lambda}\text{ positif}\right)$, ce numéro d'ordre serait négatif; la frange achromatique n'existe plus. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un phénomène de réflexion apparente à la surface des nuages.* Note de M. C. **Maltézos**, présentée par M. A. Cornu.

« Le 27 mai 1887 nous avons vu à Athènes le phénomène suivant :

» Le Soleil était près de se coucher, *étant caché derrière quelques nuages,* qui occupaient à l'ouest une partie du ciel. Ces nuages ont été peu à peu colorés de divers mélanges de rouge, orangé et jaune, et ont pris des colorations indescriptibles. Peu à peu, cette partie colorée s'est transformée en une énorme nappe enflammée, sur laquelle des arbres ont apparu, et une vraie campagne avec ses fermes s'est peinte avec netteté. C'était l'image du bois d'oliviers de l'Attique et du pays environnant. Elle a subsisté pendant dix minutes avec le même éclat; ensuite, elle a commencé à pâlir, à changer de coloration, passant au rouge brique d'une part et au bleu foncé d'autre part, pour s'effacer complètement.

» Nous avons noté cette observation le jour même où nous l'avons faite, étant sur une sorte de terrasse-balcon, rue de Colone. Le bois était placé entre les nuages et l'observateur, dont la position était de quelques mètres (1) au-dessus des cimes des oliviers. Il faut noter aussi que la journée avait été très chaude.

» La première idée qui se présente est de rattacher ce phénomène à ceux du *mirage supérieur,* ou à ceux qu'on nommait autrefois *phénomènes de suspension,* car il ne se produit qu'une seule image droite. La théorie en a été donnée par Biot, dans son Mémoire *Sur les réfractions extraordinaires qui s'observent très près de l'horizon,* en 1809. Il est vrai que, dans le

---

(1) Je regrette de n'avoir pu alors mesurer la hauteur de l'observateur au-dessus de la surface formée par la cime des oliviers.

cas présent, la suspension ne serait pas aérienne, mais sur les nuages eux-mêmes. Pourtant, examinons la théorie de Biot (p. 258) en ce qui concerne le cas de suspension dans l'air :

» Les observations, dit-il, que nous venons de rapporter (aux dunes, à Dunkerque) montrent clairement que dans le phénomène de suspension l'image renversée ([1]) existe toujours, mais qu'elle est seulement réduite à une épaisseur infiniment petite. La marche des rayons visuels confirme cette vérité; car la ligne aérienne qui s'aperçoit au-dessous de l'objet ne peut être que l'image renversée du ciel qui est au-dessus. Or si le ciel est vu renversé, le sommet de l'objet doit l'être aussi par les mêmes rayons. L'existence de l'image renversée est démontrée dans les pages suivantes de ce Mémoire et aussi par le calcul.

» Or, dans l'observation que nous avons rapportée, il n'y avait pas une ligne au-dessous de l'image, indiquant le renversement du ciel. On peut objecter cependant que les différentes colorations du nuage ont empêché de distinguer cette ligne caractéristique du mirage.

» De plus, les conditions ordinaires du mirage ne se trouvaient pas remplies, l'image étant à 10° ou 15° au-dessus des objets peints sur les nuages. On peut admettre que la surface formée par les cimes des oliviers n'était ni plus chaude ni plus froide que les couches aériennes environnantes, vu l'heure de l'observation; la masse aérienne étant donc vraisemblablement homogène, le mirage était impossible. Enfin si, ce qui est aussi probable, les couches aériennes, en augmentant de hauteur, diminuaient de densité, la formation du mirage serait possible; mais l'image serait renversée, ce qui est contraire à l'observation.

» La seule explication compatible avec l'aspect de l'image observée est l'existence d'une réflexion spéculaire, qu'il serait difficile de préciser faute de données suffisantes; il faut admettre que les nuages formaient un ensemble présentant une surface lisse et unie, constituant un vaste miroir; le phénomène serait, suivant une grande probabilité, dû à un simple effet de *catoptrisme* de la surface du nuage.

» L'image a été vue droite, parce que la surface apparente du nuage était peu inclinée sur la verticale et située au delà des oliviers. On sait en effet que, quand l'angle d'une droite (représentant la direction de l'axe des arbres) avec un miroir plan est de 0° à 45°, l'image de la ligne sera *droite,* tandis qu'elle est renversée quand l'angle varie de 45° à 90°.

([1]) Qui est au-dessous de l'image droite.

» Ainsi le phénomène qui vient d'être rapporté, et, croyons-nous, les rares phénomènes semblables observés jusqu'à présent, doivent être classés sous la dénomination de *catoptrisme des nuages,* essentiellement différent du mirage proprement dit ([1]). »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur les figures électriques produites à la surface des corps cristallisés.* Note de **Paul Jannettaz**, présentée par M. G. Lippmann.

« J'ai repris les expériences de Wiedemann ([2]) relatives aux figures électriques, obtenues en recouvrant une face d'un cristal d'une matière à grains fins et légers, telle que la poudre de lycopode ou le talc, et faisant arriver un flux électrique par une pointe normale à la face considérée. En faisant passer par la pointe une série de décharges, j'ai pu obtenir des ellipses très régulières; je me suis servi d'une machine électrostatique dont un des pôles était relié à la pointe, tandis que l'autre communiquait avec un condensateur. Une bobine d'induction est également d'un bon emploi.

» J'ai vérifié les conclusions données par Wiedemann sur la tourmaline, l'apatite, la barytine, la célestine, l'aragonite, le gypse, l'épidote et le feldspath. Par un autre procédé ([3]), Senarmont avait examiné un assez grand nombre de cristaux; mes résultats concordent également avec les siens, relativement à la stibine (plan de clivage), à la staurotide (base), à l'épidote (base), au béryl, où Wiedemann n'avait pu obtenir de courbes électriques, à la cassitérite, sur laquelle Senarmont regardait ses observations comme douteuses. Le corindon avait également donné à Senarmont un résultat incertain; j'ai obtenu un résultat contraire à celui qui lui sem-

([1]) Un des plus remarquables phénomènes du *catoptrisme renversé,* où les nuages formaient des angles presque droits avec la verticale (et par conséquent avec la direction de la hauteur des objets) est celui que rapporte M. C. Flammarion dans son excellent Ouvrage *l'Atmosphère,* observé la nuit du 14 décembre 1869, entre 3^h et 4^h du matin, par un beau clair de lune, « *mais la Lune et le ciel étaient voilés,* dit l'auteur, *par des nuages qu'on eût dit éclairés par la lumière d'une aurore boréale.* Paris, ses palais, ses monuments et son fleuve *se montraient sur les nuages, qui masquaient le ciel, mais renversés* ».

([2]) *Comptes rendus,* t. XXX, p. 110; 1850.

([3]) *Ibid.,* t. XXIX, p. 750; 1849.

blait probable : dans des expériences répétées plusieurs fois, j'ai constaté que le grand axe de l'ellipse est perpendiculaire à l'axe de principale symétrie.

» Les résultats communs à Wiedemann et à Senarmont étaient concordants, sauf pour le quartz; avec une seule décharge, il semble que la poudre ait une légère tendance à s'éloigner normalement à l'axe; mais avec une série de décharges, la courbe devient bientôt circulaire.

» J'ai opéré sur des cristaux qui n'avaient pas encore été examinés; voici ceux pour lesquels les résultats me paraissent certains :

Cristal.	Face.	Grand axe de l'ellipse.
Scheelite	Face de l'octaèdre b^1.	Parallèle à l'axe.
Platinocyanure de baryum	Parallèle à l'axe.	»
Dolomie	»	»
Sidérose	»	»
Hypersthène	g^1, h^1	Horizontal.
Céruse	Base.	Parallèle à la grande diagonale.
Mica	Perpendiculaire au clivage.	Perpendiculaire à la trace du clivage.
Talc	»	»
Stibine	»	»
Orpiment	»	»
Gypse	»	»
Épidote	$a^{\frac{1}{2}}$	Perpendiculaire à g^1.
Sphène	g^1	Sensiblement parallèle à la trace de la base.
Diopside	p	Perpendiculaire à g^1.
	g^1	Sensiblement perpendicul. à la trace de $d^{\frac{1}{2}}$ sur g^1.
Trémolite	h^1	Horizontal.
Ferrocyanure de potassium	Perpendiculaire au clivage facile.	Perpendiculaire à la trace du clivage.
Wolfram	Facette de séparation laminaire sur e.	Parallèle à g^1.

» De ces expériences il résulte que, dans la majorité des cas, les ellipses électriques ont leurs grands axes perpendiculaires aux directions de conductibilité calorifique maxima. Il ne faut pas, sans doute, voir là une discordance complète entre les conductibilités électrique et thermique dans les cristaux : la production de ces ellipses dépend de phénomènes plus

complexes que la conductibilité superficielle. Sans chercher à présenter dès maintenant l'étude de ces phénomènes, je citerai plusieurs résultats expérimentaux.

» Dans les corps où existe un clivage très net (mica, talc, orpiment, stibine, gypse) l'ellipse, obtenue sur un plan perpendiculaire à ce clivage, a son grand axe normal au plan de clivage. De même, sur une plaque de bois, sur la tranche d'un livre, sur un paquet de feuilles de mica, le grand axe est perpendiculaire aux fibres du bois, aux feuillets du livre, aux lames de mica. Enfin, sur les roches schisteuses, les courbes sont allongées normalement à la schistosité et au longrain.

» J'ai entrepris également une série d'expériences sur le gypse. Les courbes produites à la première décharge sont très allongées; elles tendent, sous l'action prolongée des décharges, vers des ellipses, dont la forme devient sensiblement géométrique et dont le rapport des axes diminue beaucoup. L'électricité négative peut être employée aussi bien que la positive; dès la première décharge, la courbe, quoique assez irrégulière, a son diamètre maximum orienté comme celui que donne l'électricité positive; de plus, en prolongeant suffisamment l'action, on obtient des ellipses très nettes.

» Il est inutile que la pointe touche la lame. On peut encore obtenir les ellipses en plaçant la pointe sous une mince lame de gypse, recouverte de lycopode sur sa face supérieure.

» Avec du gypse, cuit jusqu'au point où il conserve assez de cohésion pour être saisi sans tomber en poussière, les courbes restent les mêmes que celles qui se produisent sur le gypse non déshydraté. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Action de la température sur le pouvoir rotatoire des liquides*. Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Henri Moissan.

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie plusieurs Notes ayant pour objet de montrer que les faits ne concordent pas toujours avec la théorie du carbone asymétrique; en particulier, j'ai affirmé que le sens de la rotation ne peut pas être prévu d'une façon certaine par les théories stéréochimiques actuelles. A ce propos, M. Friedel, d'accord avec M. Le Bel, m'a répondu par une critique de la formule de l'acide tartrique que j'avais employée, et a proposé une autre formule qui a l'inconvénient de faire pré-

voir six acides tartriques actifs tandis qu'on n'en connaît que deux [1]. Ailleurs [2], M. Friedel convient que « les exceptions que j'ai signalées n'in-
» firment pas la loi de Guye telle qu'elle a été énoncée par son auteur;
» elles prouvent seulement que cette loi ne peut s'étendre sans modifica-
» tions à de tels exemples. »

» Je vais aujourd'hui, par des expériences de laboratoire, étendre le champ des exceptions et montrer que les bases fondamentales de la notion du produit d'asymétrie ne résistent pas toujours à un examen approfondi.

» 1° Lorsqu'on dissout dans l'aniline soit l'anhydride, soit l'acide diacétyltartrique, on observe des déviations lévogyres, ce qui était probable par ce fait qu'il se forme dans les deux cas des sels ou des amides de l'acide diacétyltartrique, qui est lui-même lévogyre.

» Pour les deux solutions, le produit d'asymétrie indiquerait, au contraire, un pouvoir dextrogyre, puisque C^6H^5Az est plus lourd que $C^2H^3O^2$.

» Ici, l'eau n'intervient pas et la formation possible de combinaisons moléculaires entre l'aniline en excès et les composés de cette base ne jetterait aucune lumière sur le sens probable du pouvoir rotatoire. De plus, une telle supposition mettrait en doute plus de moitié des exemples cités à l'appui du produit d'asymétrie; car, non seulement il faudrait écarter les solutions aqueuses de tartrates, de malates et d'asparagine, mais encore il faudrait rejeter les solutions alcooliques, benzéniques sur lesquelles M. Guye a opéré et qui pourraient donner aussi des combinaisons moléculaires.

» 2° Examinons maintenant le cas des liquides soumis à l'observation directe. Si le sens de la déviation est, comme le prétendent les stéréochimistes, déterminé par la disposition des radicaux dans l'espace, le pouvoir rotatoire ne sera pas influencé par des causes physiques incapables de modifier la nature et l'état du corps. En refroidissant un liquide sans le faire congeler, par exemple, la valeur du pouvoir rotatoire devra rester sensiblement constante. Or cette valeur varie dans des proportions considérables et il est même possible d'en changer le sens. J'ai obtenu ce résultat avec un des corps observés par M. Guye : c'est un éther mixte, l'oxyde d'isobutyle-isoamyle, emprunté à la belle collection de M. Barbier, ainsi que les autres corps dont je vais parler; je fais donc hommage de mon

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 995. J'ai répondu à cette Note de M. Friedel dans le *Bulletin de la Société chimique*, p. 87, année 1893.

(2) *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. VIII, p. 804; décembre 1892.

travail au savant professeur de Lyon. Cet éther bout entre 145° et 147°.

» Par les froids secs du mois de janvier, hors du laboratoire, je remplissais d'oxyde d'isobutylamyle un tube polarimétrique de $0^m,20$ de long, et j'observais les déviations relatives à la raie D. Mes observations étaient contrôlées par M. Favier, habitué aux analyses polarimétriques, qui ignorait mes lectures, et dont l'œil exigeait une autre mise au point. Le tube polarimétrique, en verre très épais, était mastiqué dans un tube en cuivre qui, lui-même, était enveloppé d'un second tube métallique recouvert de substances isolantes; de sorte qu'on pouvait introduire dans l'espace annulaire compris entre les tubes métalliques soit du chlorure de méthyle, soit de l'eau chaude.

» Pour les basses températures, on laissait l'éther mixte prendre la température du chlorure de méthyle bouillant; puis on ajoutait rapidement de l'oxyde d'isobutylamyle afin de combler le vide formé par la contraction de l'oxyde primitivement placé dans le tube polarimétrique. On mastiquait vivement les joints des calottes qui servent à appliquer les lames de verre contre le tube polarimétrique avec de l'anhydride phosphorique maintenu par un anneau de caoutchouc. L'orifice de visée de ces calottes était recouvert d'un verre très mince collé à la cire. De cette façon, on évitait les buées sur le tube polarimétrique qui se trouve dans l'air sec, mais le givre se déposait sur les verres extérieurs collés aux calottes quand le refroidissement était intense : l'un des expérimentateurs nettoyait ces verres minces au moment des visées. Ces dispositions prises, on mettait en place le tube polarimétrique, on faisait le vide au-dessus du chlorure de méthyle ou bien on introduisait dans l'espace annulaire une dissolution de neige carbonique dans le chlorure de méthyle; on obtenait ainsi une température voisine de — 40°.

» Il arrive souvent que la lumière polarisée est arrêtée par des stries dues à des différences de température. Quand la lumière passe (une fois sur quatre), la température reste uniforme un certain temps, grâce à l'épaisseur du tube de verre, et l'on peut procéder à des observations. On constate que les déviations se font à gauche dans le voisinage de — 40°. Dans une expérience, nous avons lu consécutivement — 6', puis — 4', puis — 4', la lecture intermédiaire étant faite par le second observateur. A — 4°, on avait trouvé + 0°11'; à 15°, + 0°13', etc.

» Les observations faites sur d'autres éthers accusent des variations non moins considérables. La température croissant, certains de ces corps

présentent un maximum de déviation, d'autres un minimum. Voici quelques exemples où les lectures sont rapportées à des longueurs de $0^m,20$:

	Températures					
	vers —40°.	—21°.	—4°.	+15°.	+40°.	+100°.
Oxyde d'isobutylamyle.....	—0°.6'	+0°. 4'	+0°.11'	+0°.13'	+0°.15'	° '
Oxyde de di-isoamyle (¹)...	?	+0.21	+0.35	+0.42	+1. 3	1.16
Oxyde de méthylamyle.....	+1.4	+0.10	+0.12	+0.20	+0.28	

» D'après ces expériences on voit que les causes physiques font varier d'une façon considérable le pouvoir rotatoire de certains liquides et donnent même lieu à des changements de signe, et que la constitution chimique ne paraît pas être le facteur prépondérant dans la valeur ou dans le signe du pouvoir rotatoire. »

PHYSIQUE. — *Sur la densité du bioxyde d'azote (nitrosyle).* Note de M. A. **Leduc**, présentée par M. Lippmann (²).

« Avant de rassembler les données numériques qui résultent de mes récentes déterminations de densités de gaz, je me suis proposé d'obtenir, comme nouveau contrôle, la densité du bioxyde d'azote.

» Divers auteurs affirment qu'il est possible de retirer ce gaz à l'état de pureté parfaite de sa combinaison avec les sels ferreux. Je dois reconnaître que je n'y ai pas réussi : le gaz extrait d'une solution concentrée de chlorure ferreux, même à basse température (40° à 50°), n'était pas complètement absorbable par une solution saturée de ce même sel; le résidu ne s'est guère trouvé inférieur à $\frac{1}{1000}$ et s'est élevé à $\frac{2}{1000}$ avant que la température d'extraction n'atteignît 90°. Ce gaz résiduel rallumait une allumette; mais son volume était trop faible pour que j'aie pu l'analyser. Je me suis donc vu réduit à faire subir, aux nombres fournis directement par l'expérience, une correction qui ne saurait être qu'approximative.

(¹) Ce corps paraît présenter un maximum de déviation vers 90°. Tous ces corps ont servi à l'établissement du produit d'asymétrie malgré les faibles déviations qu'ils présentent; beaucoup d'autres exemples sont sujets au même reproche.

(²) Ce travail a été exécuté au laboratoire des recherches physiques à la Sorbonne.

» En résumé, je suis conduit à prendre, pour la densité du bioxyde d'azote, le nombre 1,0387, que je crois approché à moins d'une unité près sur le dernier chiffre.

» Adoptant pour le poids atomique de l'azote le nombre 13,97 qui résulte de mes expériences, on trouve, pour le volume moléculaire du bioxyde rapporté à celui de l'oxygène dans les conditions normales 0,99987, ce qui paraît en conformité avec ce que l'on sait des points critiques de ces deux gaz.

» Toutefois, l'incertitude relative des résultats est environ quatre ou cinq fois plus grande que celle de mes précédentes déterminations, de sorte que je n'ai pas cru utile de pousser plus loin, quant à présent, l'étude de ce gaz, qui m'avait d'abord paru très intéressant à cause de la position de son point critique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Considérations sur la genèse du diamant.* Note de M. J. **Werth** (¹).

« Puisque le diamant, chauffé à une température suffisamment élevée, charbonne et tend à prendre l'état de graphite, la forme *diamant* du carbone n'est pas en équilibre naturel à la température ordinaire; elle est comparable au fer β ou au soufre mou, qui peuvent bien être conservés, grâce à certains artifices, en dehors de l'intervalle de températures où ils sont normalement stables, mais qui reprennent les formes de fer α ou de soufre octaédrique quand on supprime les résistances passives qui intervenaient dans l'équilibre.

» Le diamant serait donc la forme normale du carbone à une température très haute; en admettant que nous puissions réaliser cette température qui paraît devoir être extrêmement élevée, il suffirait, pour obtenir le diamant, d'y amener le carbone pris sous une quelconque de ses formes. Mais, pendant le refroidissement, le diamant obtenu reviendrait spontanément, à une certaine température critique, à la forme graphite.

» Pour maintenir artificiellement un corps sous la forme allotropique qu'il ne possède naturellement qu'à une température plus élevée, il faut empêcher la transformation, dans les limites de température où elle est possible, et l'expérience nous apprend qu'on dispose pour cela de trois

(¹) Cette Note est le contenu d'un pli cacheté adressé à l'Académie le 31 janvier dernier.

facteurs, à savoir : la pression, la vitesse du refroidissement et la présence de corps alliés, de volume atomique plus petit que celui du corps considéré.

» Le rôle de la pression a été démontré par M. H. Le Chatelier, pour l'iodure d'argent, et un essai de M. Roberts-Austen paraît donner pour le fer une indication de même ordre.

» Le rôle de la vitesse du refroidissement est mis en évidence par la trempe du soufre et celle de l'acier.

» Le rôle des corps à faible volume atomique a été indiqué par M. Roberts-Austen et étudié par M. Osmond dans le cas du fer.

» Ces considérations conduisent à supposer qu'on pourrait obtenir le diamant en chauffant le carbone, sous une quelconque de ses formes, à la plus haute température possible, sous une pression considérable, et en présence d'un corps à faible volume atomique, qui ne saurait guère être que l'hydrogène, dans le cas considéré; le refroidissement subséquent devrait être aussi rapide que possible.

» Nous allons montrer que cette théorie est d'accord avec ce que l'on sait du diamant et explique toutes les particularités de son histoire.

» 1° *Le diamant a été formé à haute température.* — Le diamant, comme corps cristallisé, appartient au système cubique et en reproduit plusieurs formes dérivées, le plus souvent l'octaèdre. Mais les cristaux *n'ont jamais été rencontrés en place;* ils sont toujours isolés et sans pédoncules. La présence de faces courbes, c'est-à-dire indépendantes du système cristallin, est très fréquente; on ne constate pas la formation d'apports successifs autour d'un centre initial de cristallisation. Tous ces faits paraissent exclure l'idée d'une cristallisation par voie humide et expliquent l'échec de toutes les tentatives poursuivies dans cette voie.

» Les mêmes faits, au contraire, s'accordent avec l'hypothèse d'une cristallisation par solidification. Les faces gauches, la présence de saillies, d'impressions en creux et de stries irrégulières, formant des dessins complexes et simulant des cartes géographiques, l'existence de cavités internes, de macles par pénétration et de ces surfaces anormales qui constituent les fils de la plupart des diamants, tout cela rappelle les faces pseudo-cristallines que l'on retrouve dans tous les corps solides ayant passé par l'état liquide, glace, acier, etc. et qui sont les surfaces de joint des développements contigus indépendants. Ces joints sont absolument différents des clivages réguliers proprement dits, qui se rattachent à la nature cristalline de la pâte et se traduisent dans le diamant par la mise en

évidence des formes de l'octaèdre : c'est un second réseau de surfaces de faiblesse, qui peut affecter lui-même une certaine régularité géométrique, mais qui n'a rien de commun avec les mailles du réseau cristallin. Les deux réseaux peuvent d'ailleurs être séparément plus ou moins développés, selon que la solidification a été plus ou moins rapide et, par conséquent, plus ou moins troublée : différence entre le diamant ordinaire et le boort à structure confuse et non susceptible de clivage.

» 2° *Le diamant a été formé sous pression.* — Les diamants renferment quelquefois des inclusions liquides ou gazeuses.

» Brewster attribue la biréfringence à des faits de compression, pendant la formation même, autour des petites cavités si fréquentes dans presque tous les diamants et suppose ces petites cavités remplies d'un fluide à haute pression.

» Jannettaz, en observant un diamant du Cap à la lumière polarisée, a vu la pierre s'illuminer, étalant des bandes irisées du plus vif éclat. Comme Brewster, il attribue ce fait à ce qu'il reste dans le diamant, après cristallisation, des matières gazeuses d'une grande force expansive, capables, par leur tension, d'écarter les unes des autres les lamelles superposées et de déterminer des cuvettes polyédriques, amenant les interférences de la lumière polarisée dans des régions très restreintes sans aucune relation avec les arêtes du contour extérieur.

» Les diamants du Cap éclatent souvent après leur extraction, ce qui paraît indiquer l'action de gaz internes.

» Les mines du Cap, les seules où les diamants n'aient pas subi de lavages et de triages préalables par les eaux superficielles, montrent de leur côté l'arrivée du diamant liée à des phénomènes explosifs intenses : les cheminées verticales qui contiennent la pâte diamantifère paraissent avoir été percées ou agrandies dans les conditions mêmes que M. Daubrée a pu reproduire synthétiquement, en faisant élargir et corroder par les produits gazeux d'une explosion l'étroit canal de sortie qui leur était offert. Souvent aussi, les diamants portent de nombreuses stries fines et régulières, analogues à celles qui ont été observées, dans ces mêmes essais de M. Daubrée, sur les fragments de plomb projetés hors du cylindre d'épreuve et recueillis dans une caisse de cuivre recouverte de toile au-dessus du cône éruptif.

» Les observations minéralogiques et géologiques concordent donc pour montrer, à l'origine du diamant, le jeu de pressions énormes.

» 3° *Le diamant formé a été refroidi rapidement.* — Cette proposition

est le corollaire naturel du caractère explosif des phénomènes qui ont amené le diamant au jour et de son association, dans les cheminées du Cap, avec des minéraux hydratés ou carbonatés, d'origine évidemment différente, qui n'ont pas supporté l'action de hautes températures.

» 4° *Le diamant a été formé en présence de l'hydrogène plus ou moins carboné.* — Dans les mines du Cap, on a signalé la présence du grisou, de carbures fétides et de poches à pétrole.

» Le boort, criblé de petites cavités, laisse échapper, quand on le chauffe sous l'eau, quantité de bulles gazeuses. Son analyse a donné :

C : 97,0, H : 0,5, O : 1,5, Cendres : 1,0.

» D'ailleurs, le boort fait souvent corps avec le diamant ordinaire et a été formé dans des conditions identiques. Le diamant ordinaire aussi contient probablement toujours au moins des traces d'hydrogène. Il est phosphorescent comme certains carbures; quand on le brûle dans l'oxygène, il se dépolit et se creuse, avant combustion complète, de petites cavités analogues à celles de la pierre ponce; sa combustion est accompagnée d'une petite flamme et Lavoisier a remarqué a sa surface des indices de bouillonnement.

» *En résumé,* nous avons pu faire rentrer dans le cadre de notre théorie initiale tous les faits acquis par différents observateurs dans l'étude du diamant. La théorie ne nous a réellement servi qu'à classer, dans un ordre systématique, ces faits jusqu'à présent épars et qui définissent à eux seuls, indépendamment de toute hypothèse, les conditions dans lesquelles on peut espérer la synthèse du diamant par le processus naturel. Nous voulons dire : refroidissement brusque, à partir d'une température très élevée, et détente à partir d'une très haute pression, en présence de l'hydrogène.

» En attendant que nous puissions réaliser les dispositions pratiques qui nous permettront de soumettre nos idées au contrôle de l'expérience, nous avons pensé que ces idées formaient déjà un ensemble assez cohérent et indiquaient un plan de travail assez précis pour qu'il nous fût permis d'en déposer la rédaction, sous pli cacheté, à l'Académie des Sciences. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés chlorés des propylamines, des benzylamines, de l'aniline et de la paratoluidine*. Note de M. A. BERG, présentée par M. Friedel.

« J'ai obtenu ces dérivés par la méthode qui m'a permis de préparer ceux des amylamines et des isobutylamines.

» Pour éviter des confusions possibles entre ces corps et les amines chlorées dans les groupes hydrocarbonés, telles que celles qui ont été étudiées par M. Gabriel, je propose de leur donner le nom générique de chloramines et de dichloramines. Les dérivés chlorés des amylamines et des isobutylamines prendront dès lors les noms d'amylchloramine, amyldichloramine, diisobutylchloramine, etc.

» *Propylchloramine :* $C^3H^7-Az\begin{smallmatrix}\diagup H\\ \diagdown Cl\end{smallmatrix}$. — Par mélange de solutions de chlorhydrate de propylamine et d'hypochlorite de soude, il se sépare une couche huileuse qu'on lave à l'eau et que l'on dessèche sur sulfate de soude anhydre ou chlorure de calcium.

» C'est un liquide incolore, possédant une odeur très piquante. Il est plus léger que l'eau à 15°, mais un peu plus lourd à 0°. En effet, à cette température, sa densité est 1,021. Il ne se solidifie pas à — 50° et ne peut être distillé, car il se décompose vivement sous l'action d'une faible chaleur. Cette décomposition se fait spontanément à froid au bout de peu de temps. L'acide sulfurique le décompose en propylamine et dérivé dichloré.

» *Propyldichloramine,* $C^2H^7AzCl^2$. — On l'obtient facilement par le procédé qui a permis à M. Tcherniak de préparer la dichloréthylamine. Elle est liquide, jaune verdâtre, d'odeur analogue à celle des autres dérivés dichlorés; ne se solidifie pas à — 50°. Sa densité à 0° est 1,177. Elle bout sans décomposition à 117° sous la pression de 760^{mm}.

» *Dipropylchloramine* $(C^3H^7)^2AzCl$. — On opère avec le chlorhydrate de dipropylamine comme pour la propylchloramine. On obtient ainsi un liquide huileux, incolore, insoluble dans l'eau, d'odeur chlorée assez faible. Sa densité à 0° est 0,923. Il s'altère lentement en déposant des cristaux. Il bout à 143° sous la pression de 771^{mm}.

» La soude alcoolique donne naissance, par perte de HCl, à une base qui paraît être la propylpropylidènamine. Cette base se décompose, en effet, par ébullition avec l'acide chlorhydrique en donnant une aldéhyde.

» Le cyanure de potassium en solution alcoolique agit, même à la température ordinaire, avec dégagement de chaleur. La solution distillée pour chasser l'alcool, précipitée par l'eau, donne un liquide huileux qu'on lave à l'acide chlorhydrique étendu jusqu'à faible acidité. La substance, séchée sur le chlorure de calcium, distille dans le vide à 104° sous 18^{mm}. C'est la dipropylcyanamide pure, comme le montre

l'analyse. J'ai pu l'identifier avec celle que M. Chancel vient d'obtenir par un autre procédé.

» Dans le liquide acide provenant du lavage de la cyanamide existe un corps liquide, très fortement alcalin et qui paraît fournir une urée lorsqu'on évapore sa solution dans l'acide chlorhydrique. L'étude de ce corps n'est pas encore achevée.

» *Benzylchloramine* C^7H^7AzHCl. — On ajoute de l'hypochlorite de soude concentré à une solution de chlorhydrate de benzylamine. Il se forme une émulsion difficile à résoudre. En agitant avec de l'éther, ce dernier dissout le dérivé chloré formé qui reste après évaporation. C'est un liquide incolore, plus lourd que l'eau, très instable. Après quelques minutes de préparation, il se trouble, laisse déposer des aiguilles et déflagre brusquement avec élévation de température en répandant un épais nuage de fumées blanches. Le vase dans lequel s'est faite la décomposition reste incrusté d'une épaisse couche d'une matière blanche qui paraît être du chlorhydrate de benzylamine.

» *Benzyldichloramine* $C^7H^7AzCl^2$. — Ce corps ne peut être préparé en suivant le procédé appliqué par M. Tcherniac à la dichloréthylamine. Lorsqu'on essaye cette préparation, le liquide formé est très difficilement entraîné à la distillation, il se dégage du chlore en abondance, et l'on obtient un liquide ayant l'odeur de l'essence d'amandes amères et contenant peu de chlore. Il en dégage une nouvelle quantité par la distillation dans le vide, et le produit distillé, lavé à l'hyposulfite de soude, est sensiblement exempt de cet élément.

» On l'obtient facilement en mettant à profit la décomposition par les acides du dérivé monochloré précédent. On le lave immédiatement après sa préparation, d'abord avec de l'acide sulfurique étendu, puis de plus en plus concentré, enfin avec de l'acide à 50 ou 60 pour 100. On termine par un lavage à l'eau et une dessiccation sur chlorure de calcium.

» La benzyldichloramine est un liquide jaune verdâtre, d'odeur chlorée, plus lourd que l'eau. Densité à 0°, 1,282. Par refroidissement, elle se solidifie en prismes striés jaune verdâtre, fondant à —11°,5. On ne peut la distiller ni à l'air libre, ni dans le vide.

» *Dibenzylchloramine* $(C^7H^7)^2AzCl$. — On la prépare par l'hypochlorite de soude et le chlorhydrate de dibenzylamine. Il se forme une émulsion qui, abandonnée à elle-même, laisse déposer une huile lourde qui se concrète au bout d'un certain temps. Il est plus commode d'épuiser tout de suite le liquide à l'éther et de laisser évaporer spontanément ce dernier. On obtient ainsi de magnifiques cristaux en losanges, paraissant être des rhomboèdres aplatis et pouvant atteindre de grandes dimensions.

» Ce corps possède une odeur assez agréable d'essence d'amandes amères rappelant légèrement les autres dérivés chlorés. Il est insoluble dans l'eau, très peu soluble à froid dans l'alcool à 93°, mais excessivement soluble à chaud. C'est ainsi que 100 parties d'alcool dissolvent : à 16°, 3p,20 de substance; à 34°, 43p,88; à 44°, 97p,03; à 47°,5, 164p,80 et à 53°, 493p,60.

» Cette variation énorme de la solubilité avec la température donne lieu à des phénomènes curieux. Ainsi, en faisant dans un vase à fond plat une dissolution saturée

vers 40°, il suffit de toucher avec les doigts le fond du vase pour obtenir immédiatement une image de ces derniers par suite de la précipitation du corps sous forme d'émulsion.

» Chauffée, la dibenzylchloramine fond à 56°. Si l'on porte rapidement la température vers 150°, elle déflagre vivement en se décomposant. Si l'élévation de température est lente, la déflagration peut se faire à une température beaucoup plus basse. Cette décomposition se fait lentement à la température ordinaire. Les cristaux, d'abord transparents, prennent un aspect porcelané et laissent alors un résidu lorsqu'on les dissout dans l'éther.

» Traitée par le cyanure de potassium, elle fournit la dibenzylcyanamide déjà obtenue par d'autres expérimentateurs.

» *Dérivés chlorés de l'aniline et de la paratoluidine.* — Ces deux bases, en solution dans l'acide chlorhydrique en excès, donnent, par l'hypochlorite de soude, une émulsion dont l'éther ou le chlorure d'éthyle extrait des dérivés chlorés. Mais ces derniers sont extrêmement instables. Ils déflagrent vivement quelques minutes après l'évaporation du dissolvant. Le dosage du chlore, effectué très rapidement et sans purification possible, sur le corps provenant de la paratoluidine, indique un pourcentage intermédiaire entre le dérivé monochloré et le dérivé dichloré (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la dipropylcyanamide et la dipropylcarbodiimide.* Note de M. F. CHANCEL, présentée par M. Friedel.

« *Dipropylcyanamide* $Az(C^3H^7)CAz$. — J'avais d'abord voulu préparer ce corps par l'action du chlorure de cyanogène sur la dipropylamine en solution éthérée, mais le chlorure de cyanogène étant pénible à préparer, j'ai pensé pouvoir faire agir sur la dipropylamine le bromure de cyanogène naissant, obtenu par l'action du brome sur le cyanure de potassium, la réaction se faisant d'après l'équation suivante :

$$2[AzH(C^3H^7)^2] + KCAz + 2Br = Az(C^3H^7)^2CAz + AzH(C^3H^7)^2HBr + KBr.$$

» Voici comment j'ai opéré : Dans une solution aqueuse saturée de dipropylamine, on met la quantité de cyanure de potassium correspondant à l'équation précédente, et l'on ajoute peu à peu de l'eau de brome jusqu'à neutralisation. On distille ensuite et la vapeur d'eau entraîne un liquide insoluble, plus léger, que l'on sépare à l'aide d'un entonnoir à robinet.

» En même temps que j'employais ce procédé, M. Berg préparait le même corps par l'action du cyanure de potassium sur la dipropylchloramine; les deux produits obtenus ont été identifiés, mais M. Berg a eu l'obligeance de me laisser étudier ce corps qui rentrait dans le cadre de mes recherches sur les dérivés des propylamines.

» La dipropylcyanamide est un liquide mobile ayant une densité de 0,88 à 0°; elle possède une saveur brûlante et une odeur aromatique rappelant un peu celle de la

(1) Travail fait au laboratoire de M. Duvillier, Faculté des Sciences de Marseille.

menthe; elle bout à 107° sous 21mm et à 220° sous 770mm; elle est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther.

» Elle est neutre au tournesol, cependant elle est très soluble dans l'acide chlorhydrique concentré et un peu dans l'acide étendu; elle donne un chloraurate huileux insoluble.

» A 150°, en tube scellé, l'acide chlorhydrique la décompose en acide carbonique, chlorhydrate d'ammoniaque et chlorhydrate de dipropylamine, ce qui indique bien sa constitution.

» *Dipropylcarbodiimide* : $Az(C^3H^7) = C = Az(C^3H^7)$. — Ce corps, isomère du précédent, s'obtient par la désulfuration de la dipropylsulfourée symétrique.

» On dissout ce dernier corps dans le benzène sec et l'on ajoute peu à peu de l'oxyde jaune de mercure sec. La réaction se fait immédiatement avec un léger échauffement; quand la désulfuration est achevée, ce dont on s'aperçoit à ce que le liquide ne noircit plus le nitrate d'argent ammoniacal, on filtre, et, par évaporation du benzène, on a la dipropylcarbodiimide que l'on purifie par distillation.

» Dans cette opération. il se fait toujours une certaine quantité de dipropylurée symétrique provenant de l'hydratation de la carbimide.

» La dipropylcarbodiimide est un liquide mobile d'une densité de 0,86 à 0°; son odeur et sa saveur rappellent celles de son isomère la dipropylcyanamide, elle bout à 80° sous 28mm et à 171° sous 765mm; elle est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther.

» Les acides la décomposent très facilement, même à froid; si l'acide est dilué, il se fait la dipropylurée symétrique; si l'acide est concentré l'hydratation va plus loin et il y a dégagement d'acide carbonique.

» J'ai essayé de faire le chlorhydrate de dipropylcarbodiimide en la dissolvant dans le benzène et faisant passer un courant d'acide chlorhydrique sec; par évaporation du dissolvant, j'ai obtenu un sirop qui, par l'eau, se décompose immédiatement en dipropylurée [1]. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Survie après la section des deux nerfs vagues*. Note de M. C. Vanlair, présentée par M. Charcot.

« On sait que la division des deux pneumogastriques, pratiquée coup sur coup ou bien à de courts intervalles, amène infailliblement la mort de l'animal, au moins lorsqu'il s'agit d'un mammifère et que la section se fait au milieu du cou. Les jeunes sujets succombent presque immédiatement après l'opération. Pour les animaux adultes, la mort se fait d'ordinaire attendre plus longtemps. Le lapin survit rarement plus de vingt-quatre heures, mais le chien peut résister jusqu'au douzième jour et même, exceptionnellement, jusqu'à la fin du premier mois.

[1] Travail fait à la Faculté des Sciences de Marseille, laboratoire de M. Duvillier.

» Pour obtenir une réelle survie après la section bilatérale du vague, il faut laisser s'écouler un long délai entre les deux opérations. Les expériences les plus récentes, celles de Vulpian et Philippeaux, fixent sa durée minima à près de quatre mois pour le chien, à quatre-vingts jours pour le cochon d'Inde, à un mois pour le rat albinos.

» D'après les recherches auxquelles je me suis livré, il faudrait en réalité, au moins dans la grande majorité des cas, un laps beaucoup plus considérable pour obtenir la régénération du vague, ou plutôt celle de sa branche laryngienne inférieure, puisque la condition essentielle de la survie réside dans la restauration du récurrent.

» Chez trois *chiens adultes,* la section du nerf gauche, pratiquée quatre mois et demi, six mois et même un an après celle du nerf droit, a entraîné la mort de l'animal. Mais chez deux autres sujets, la survie s'est maintenue, après la division du deuxième vague, assez longtemps pour qu'on puisse la considérer comme indéfinie. Dans le premier cas, l'intervalle entre les deux opérations a été d'*un an,* dans le second de *dix mois*.

» Une autre épreuve, tentée pour la première fois, a porté sur l'éventualité d'une régénération du pneumogastrique gauche après la restauration complète du nerf droit. Elle a démontré la possibilité de cette reproduction, et cela après un délai de *dix mois*. J'ai essayé en outre, mais sans succès, d'obtenir la restitution d'un pneumogastrique déjà divisé une première fois et soumis à une seconde section après son rétablissement complet. Il s'était cependant écoulé entre les deux opérations un intervalle de *six mois et demi*.

» Ces déterminations chronométriques pourraient, me semble-t-il, servir à élucider certains points obscurs de la physiologie du vague. Comme la régénération marche du centre vers la périphérie, et cela en suivant une progression régulière, il doit arriver un moment où, par exemple, les fibres cardiaques se seront intégralement reproduites, alors que les éléments à destination gastrique, intestinale, hépatique, splénique, etc., se trouveront encore en pleine dégénérescence. Il suit de là qu'en explorant le *tronc même* du nerf à des dates successives, correspondant aux différentes étapes de la régénération, on réussirait peut-être à opérer la dissociation physiologique de ses branches viscérales, sans qu'il soit besoin de recourir à des sections multipliées portant, le plus souvent, sur des plexus composites et difficilement isolables. »

BOTANIQUE. — *Sur le péricycle interne* ([1]). Note de M. **Léon Flot**, présentée par M. Duchartre.

« Dans la tige des Phanérogames, entre l'assise interne du bois secondaire et la moelle, se trouve une épaisseur plus ou moins grande de cellules, désignée sous différents noms, notamment sous ceux d'*étui médullaire*, *cellules périmédullaires* (*Markkrone*, en allemand). Dans cette zone on comprend souvent les pointes primaires des faisceaux; ses limites vers l'extérieur ou vers l'intérieur ne sont point fixées. Comme elle est surtout le lieu où se développent les faisceaux criblés internes, il importe de résumer les principales opinions qui règnent à ce sujet.

» De Bary, estimant que ces groupes criblés font partie intégrante du faisceau libéro-ligneux, a donné le nom de *faisceaux bicollatéraux* à ceux qui présentent cette disposition ([2]). M. Hérail rejette cette dénomination et pense que l'origine de ces faisceaux criblés internes est médullaire, sauf pour les Cucurbitacées ([3]). M. Lamounette ([4]) admet l'opinion de M. Hérail et l'étend même aux Cucurbitacées.

» D'un autre côté, M. Petersen ([5]) pense que le liber interne provient de la différenciation de certaines cellules périmédullaires dérivées de l'anneau cambial. M. Scott, dans un travail plus récent ([6]) publié au cours de ces recherches, est à peu près du même avis que M. Petersen et décrit, dans quelques familles, l'origine cambiale du liber interne.

» La question de l'origine de ce tissu est d'un ordre plus général.

» Dans toutes les Phanérogames, il existe plusieurs assises cellulaires, issues du même méristème que celui qui donne le liber et le bois, qui sont

---

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

([2]) De Bary, *Vergleichende Anatomie*, p. 331; 1877.

([3]) Hérail, *Recherches sur l'anatomie comparée de la tige des Dicotylédones* (*Ann. Sc. nat.*; 1886).

([4]) Lamounette, *Recherches sur l'origine morphologique du liber interne* (*Ann. Sc. nat.*; 1891).

([5]) Petersen, *Ueber das Auftreten bicollateraler Gefässbündel, etc.* (*Botanische Jahrbücher für Systematik*; 1882).

([6]) D.-H. Scott and G. Brebner, *On the internal Phloëm in the Root and Stem of Dicotyledons* (*Annals of Botany*, vol. V, n° XIX; 1891).

localisées soit à la face interne du faisceau ligneux dans les plantes à faisceaux séparés, soit sur tout le pourtour interne de l'anneau cambial ou du bois secondaire. A cause de leur origine cambiale, de leur mode de différenciation et de la symétrie qu'elles présentent avec le péricycle par rapport au système libéro-ligneux, on peut les désigner sous le nom de *péricycle interne*. Il y aurait, de cette façon, deux péricycles, provenant respectivement de la différenciation des cellules cambiales externes et internes.

» M. Van Tieghem, qui a introduit dans la science la notion du péricycle ([1]), distingue parfaitement de leurs voisines ces cellules internes et en décrit la structure dans un grand nombre de cas ([2]).

» L'étude du point végétatif d'un grand nombre de plantes, pourvues ou non de tissu criblé interne, montre que le tissu vasculaire a pour origine les assises initiales moyennes. Les cellules internes du point végétatif se différencient souvent de très bonne heure en parenchyme médullaire. Ce parenchyme a des caractères spéciaux dont le plus fréquent est le peu de hauteur de ses cellules, relativement à leur diamètre transversal. Au contraire, les cellules qui formeront le tissu conducteur présentent des dimensions longitudinales beaucoup plus grandes. La distinction entre la moelle proprement dite et l'anneau cambial est fort nette, alors même que les vaisseaux primaires ne sont pas encore différenciés. Le premier vaisseau ligneux naît à l'intérieur de la zone cambiale, laissant entre lui et la moelle un certain nombre de cellules allongées appartenant au méristème et formant le péricycle interne.

» Ces cellules internes de l'anneau cambial présentent, dans la suite, des variations de structure dont quelques-unes, notamment celles qui consistent dans la production de tubes criblés, ont été décrites par les auteurs précédemment cités.

» 1° Elles se différencient en parenchyme mince, allongé (Crucifères, Papavéracées, Euphorbiacées, etc.).

» 2° Elles se lignifient (beaucoup d'arbres, certaines Composées, Ombellifères).

» 3° Il s'y développe des faisceaux criblés, avec ou sans fibres internes (Apocynées, Asclépiadées, Œnothéracées, Solanées, etc.).

» 4° Il s'y produit un méristème qui donne vers l'intérieur soit des

---

([1]) Van Tieghem, *Cours professé au Museum*, année 1883.

([2]) Van Tieghem, *Traité de Botanique*, 2e édition, p. 755, 827.

faisceaux criblés (*Lactuca saligna*), soit des faisceaux cribro-vasculaires (*Rumex crispus*), soit encore une bande de tissu criblé avec parenchyme et fibres péricycliques internes (*Tecoma radicans, Eucalyptus Globulus, Eugenia myrtifolia*, etc.).

» 5° La gaine des faisceaux des Monocotylédones ou, plus généralement, des plantes à faisceaux isolés est due à la réunion du péricycle externe et du péricycle interne.

» 6° Dans certaines plantes dont les faisceaux ne sont pas réunis par une assise libéro-ligneuse continue, les deux péricycles se rejoignent dans les espaces interfasciculaires et forment une bande de cellules allongées qui relie les faisceaux (*Achyranthes, Fagopyrum, Begonia*, Labiées).

» En résumé, *il existe, en dedans du bois primaire de la tige, des formations variées qui ont toutes pour origine les mêmes initiales que le tissu vasculaire et qui doivent être distinguées du parenchyme conjonctif central ou moelle proprement dite; on pourrait désigner toutes ces formations sous le nom général de* péricycle interne. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une modification à apporter à la construction des bouteilles destinées à recueillir les échantillons d'eaux profondes.* Note de M. **J. Thoulet** (Extrait).

« Quand une bouteille à recueillir des échantillons d'eaux profondes arrive pleine à la surface, elle contient à son intérieur : 1° des espaces intermoléculaires remplis d'air atmosphérique à la pression ordinaire, quelle que soit la profondeur à laquelle l'eau a été récoltée; 2° de l'eau chargée d'oxygène et d'azote, dissous selon leur coefficient de solubilité respectif.

» Or, dans les abîmes, les bulles gazeuses qui pourraient exister dans le liquide, subissant les variations de la pression extérieure par l'intermédiaire de la colonne d'eau sus-jacente, doivent, quelle que soit la profondeur, se dissoudre dans l'eau ambiante. Il se produit en outre dans la masse, depuis les couches les plus basses jusqu'aux plus élevées, une diffusion établissant entre elles un équilibre de composition gazeuse. Les eaux superficielles alimentant en gaz dissous les eaux profondes, s'alimentent elles-mêmes au contact de l'atmosphère et comme les premières sont généralement plus chaudes que les secondes, elles sont d'autant moins susceptibles de se changer en gaz. Ce phénomène tendrait déjà à éviter une accumulation des gaz en dissolution dans les couches pro-

fondes, où l'oxygène et l'azote sont à très peu près dans la même proportion absolue et relative que dans les eaux de la surface. Toutes les analyses confirment cette manière de voir ([1]).

» J'ai démontré, par une expérience directe ([2]), que les gaz de l'atmosphère se diffusent de haut en bas dans une colonne d'eau immobile et complètement purgée d'air. Le Dr Regnard a mesuré ([3]), par un procédé élégant, la vitesse de cette diffusion; elle est très lente, car elle ne dépasse pas 1^{cm} par jour. J'ai aussi reconnu que la mince couche gazeuse qui enveloppe les grains de poussière tombant dans l'eau s'y dissolvait et l'aérait. Telle est, en outre de la diffusion, la façon dont se renouvelle, au sein des couches profondes de l'Océan, par les poussières qui les traversent en pluie continuelle, l'air nécessaire à la respiration des êtres qui les habitent; il se peut que l'abondance de la vie dans les abîmes se trouve en relation avec l'abondance des poussières servant à l'aération.

» L'eau profonde, rapportée par la bouteille, à la place qu'elle occupait au milieu de l'Océan, était soumise de la part des couches sus-jacentes, à une compression proportionnelle à la profondeur. Sa contraction de volume est représentée par $0,00000432n$, en désignant par n la profondeur exprimée en mètres. De telle sorte que 1^{lit} d'eau de mer, recueilli à 8000^{m}, par exemple, aura un volume de $1^{lit},03456$ après avoir été ramené à la surface.

» Supposons ce litre d'eau de mer pris à 8000^{m} dans une bouteille ayant exactement 1^{lit} de capacité et à parois rigides; à la surface et la bouteille demeurant fermée, il ne se produira aucun dégagement de gaz. Le phénomène a, d'ailleurs, été constaté expérimentalement par M. Mohn, de Christiania, pendant l'expédition du *Vöringen*, à l'aide de la bouteille de Wille où, pour rendre l'observation possible, on avait ménagé une portion vitrée ([4]).

» Quand, à la surface, on ouvrira l'orifice destiné à l'écoulement de

---

([1]) Voir notamment : *Report on Researches into the composition of Ocean-Water collected by H. M. S.* Challenger, by Prof. William Dittmar F. R. S. in *Report on the scientific Results of the voyage of H. M. S. Challenger during the years* 1873-76. *Physics and Chemistry,* vol. I; 1884.

([2]) J. Thoulet, *Sur la circulation verticale profonde océanique* (*Comptes rendus,* t. CX, p. 1350; 23 juin 1890).

([3]) Dr Paul Regnard, *Recherches expérimentales sur les conditions physiques de a vie dans les eaux,* p. 349. Masson, Paris, 1891.

([4]) *The Norwegian North-Atlantic Expedition;* 1876-78, Vol. IV. *The apparatus and how used,* by C. Wille, p. 15.

l'eau, le liquide jaillira avec une certaine force, due à la décompression et à la brusque augmentation de volume de 35^{cc} par litre qui en résulte. Mais, ainsi que l'affirment ceux qui ont assisté à ces opérations, la force de ce jet n'est en rien comparable à celle qui se manifesterait si, au sein de l'échantillon, les gaz se trouvaient en une proportion indiquée par 8000 fois la valeur du coefficient de solubilité par suite de la pression de 800^{atm}. Remarquons que, en proportion même considérablement moindre, l'oxygène est toxique et aucun être vivant ne pourrait subsister au fond des eaux.

» La croyance erronée à ces énormes pressions supportées par les gaz avait guidé dans la fabrication des bouteilles à recueillir l'eau; pour y résister, on avait donné à leurs parois une épaisseur considérable, qui les rendait lourdes, incommodes à manœuvrer et, en outre, augmentait beaucoup leur prix d'achat. Les considérations énoncées montrent que les bouteilles, n'ayant à résister qu'à l'augmentation de volume de l'eau résultant de la décompression, peuvent être construites d'une façon toute différente, plus pratique et notablement plus économique. Il suffira, en effet, quel que soit le modèle adopté, de fabriquer l'enveloppe en métal mince et susceptible de permettre une dilatation de volume intérieur de 35^{cc} par litre de capacité totale, au maximum. On pourrait, par exemple, se servir de cuivre gaufré ou gondolé.

» Un procédé encore plus simple offrira l'avantage d'utiliser les bouteilles d'ancienne construction. Il consiste à attacher, par un fil ciré, au téton du robinet de prise d'air, c'est-à-dire celui par lequel arrive l'air lorsqu'on veut vider la bouteille au moyen du robinet de vidange, un tube en caoutchouc large et mince, aplati sur lui-même à l'état de vacuité et portant à son extrémité un autre robinet attaché de la même manière. On s'assurera que ce tube peut contenir, gonflé, 35^{cmc} au moins par litre de capacité de la bouteille, pour les plus grandes profondeurs océaniques. Afin d'éviter tout accident, il sera bon de l'entourer d'un cylindre de forte toile, destiné à le maintenir en cas de gonflement excessif et à régulariser la dilatation. Un morceau de toile rectangulaire portant quelques séries d'œillets alignés serait d'un usage commode, car rien ne serait alors plus facile, même en cours de campagne, que d'en augmenter ou d'en diminuer à volonté la longueur et la largeur, avec une ficelle passée à travers la file d'œillets convenable.

» Il est certain que les bouteilles à enveloppe fixe et à fermeture par robinet, comme celles de Buchanan, de Sigsbée ou du *Talisman* [1], se-

---

[1] J. Thoulet, *Océanographie* (statique), p. 197.

ront préférables à celles du type Meyer, Mill ou Ekman, dont l'enveloppe vient, par le choc d'un messager envoyé de la surface, tomber sur une bande de caoutchouc. En effet, l'occlusion complète est garantie, dans ces dernières, par le poids même du cylindre pressant la bande. Si l'on allégeait le cylindre, il ne presserait plus suffisamment la bande et résisterait mal à l'effort exercé par l'eau du dedans au dehors, même en supposant l'appareil muni du tube de caoutchouc décrit précédemment.

» L'idée que j'énonce n'a pas la sanction de l'expérience. Je n'ai malheureusement point la possibilité de faire des sondages à 8000^{m} et même moins profonds. Elle me paraît résulter directement des considérations théoriques et j'espère que les savants qui, en Angleterre, aux États-Unis, en Allemagne, en Autriche, ont l'avantage de participer aux expéditions océanographiques que les gouvernements étrangers accomplissent à peu près chaque été, voudront bien en faire le très facile et très peu coûteux essai. »

MINÉRALOGIE. — *Lignes de structure dans la météorite de Winnebago C^{o} et dans quelques autres*. Note de M. **H.-A. Newton**, présentée par M. Daubrée.

« Une surface polie de la météorite de Winnebago m'a montré quelques détails intéressants de structure, qui ne me paraissent pas avoir été signalés et qui, dans tous les cas, méritent d'appeler l'attention.

» Cette surface de 3^{cmq} à 4^{cmq} présente plusieurs centaines de petits grains métalliques dont les formes sont très diverses.

» Vue à une distance convenable, supérieure à celle de la vision distincte, et fortement éclairée par la lumière du soleil ou d'une lampe, elle manifeste des lignes de points qui la traversent tout entière en différentes directions. Ces lignes, ordinairement droites, sont exceptionnellement un peu courbes. Elles constituent différents groupes qui s'entrecroisent de façon à rappeler la disposition du quartz dans les granites graphiques et à suggérer l'idée des forces cristallines qui ont orienté les lamelles d'alliages divers dans les météorites métalliques.

» Les météorites de Pultusk, de Hessle, de Wold Cottage, de Sierra de Chaco, de Rockwood ont montré la même particularité. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un météore observé à New-Haven (Connecticut).* Extrait d'une lettre de M. **H.-A. Newton** à M. Daubrée.

« Nous avons eu récemment à New-Haven (Connecticut) la bonne fortune d'obtenir une photographie d'un météore de grand éclat.

» Le 30 janvier, M. John-E. Lewis photographiait le ciel pour fixer la place de la comète de Holmes, lorsqu'un brillant météore traversa le champ de l'instrument, laissant une trace large de quelques minutes et ayant 18° de longueur (¹). »

M. **Chapel** adresse une Note « Sur la similitude mécanique chez les êtres animés ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Astronomie, par l'organe de son doyen M. Faye, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Mouchez*.

En première ligne	M. **Callandreau.**
En deuxième ligne	M. **Radau.** M. **Bigourdan.**
En troisième ligne	M. **Deslandres.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

(¹) C'est un fait qui, sans être unique, est jusqu'à présent très rare. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 février 1893.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XVI. Décembre 1892. (Tome XXVII de la collection.) Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 fasc. in-8°.

Répertoire analytique des matières colorantes artificielles, par le Dr P. Cazeneuve. Paris, Masson, 1893; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Friedel.)

Contribution à l'histoire des Orobanches, étude des espèces vivant sur les plantes cultivées, par Gaston Lavergne. Bordeaux, Feret, Montpellier, C. Coulet, 1893; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

Éléments de la théorie des fonctions elliptiques, par Jules Tannery et Jules Molk. Tome I : *Introduction, Calcul différentiel* (Ire Partie). Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Notice sur les titres et travaux scientifiques de M. N. Gréhant, Directeur-adjoint du laboratoire de Physiologie générale de l'École des Hautes Études, Aide-naturaliste au Muséum. Paris, F. Alcan, 1887; broch. in-4°.

Abhandlungen der historischen Classe der königlich bayerischen Akademie der Wissenschaften. Zwanzigsten Bandes, erste Abtheilung in der Reihe der Denkschriften der LXV, Band, München, 1892; 1 vol. in-4°.

Tafeln zur Bestimmung der Jährlichen auf und Untergänge der Gestirne von Dr Walter F. Wislicenus. Leipzig, 1892; 1 broch. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 6 février 1893.)

Note de M. *A. Laussedat,* Sur les progrès de l'art de lever les plans à l'aide de la Photographie :

Page 234, deuxième ligne en remontant, *au lieu de* topographique, *lisez* photographique.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 FÉVRIER 1893.

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Description d'un instrument pouvant rendre apparentes les petites variations de l'intensité de la pesanteur.* Note de M. **Bouquet de la Grye.**

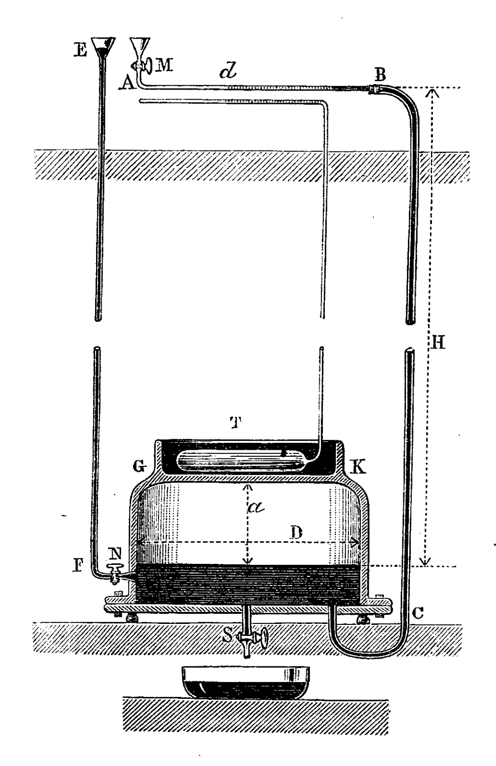
« Il y a quelques années, j'ai donné à l'Académie les résultats des observations faites à Puebla (Mexique) au moyen d'un instrument que j'appelais *pendule multiplicateur* et qui rendait sensibles les petites variations de la verticale.

» On pouvait avoir ainsi les mouvements horizontaux de l'écorce terrestre, ceux en x et y; mais il était aussi intéressant d'obtenir ceux en z, c'est-à-dire dépendant soit de chocs de bas en haut, soit de variations de l'intensité de la pesanteur. Je crois avoir réussi à les rendre sensibles au

moyen d'un autre appareil, auquel M. d'Abbadie a appliqué le nom de *bothrimètre multiplicateur*, et dont un premier modèle a été installé, il y a quatre ans, dans une cave du Dépôt de la Marine.

» L'attention de plusieurs savants ayant été appelée sur cette question de la variation possible de la gravité, je ne crois pas inutile de faire la description de cet instrument, qui a été construit par un de nos habiles artistes, M. Demichel.

» Il se compose d'un récipient GK contenant de l'hydrogène ou de l'azote au-dessus d'un bain de mercure. Deux tubes communiquent avec



le mercure : l'un EF est muni d'un robinet N; le second MABC se compose de deux parties, l'une BC, en fer étiré d'un diamètre intérieur de 2^{cm} environ, l'autre partie est en verre et son diamètre intérieur est compris entre $2^{mm},5$ et $3^{mm},5$. Un robinet ferme ce dernier tube. Le récipient est placé dans une excavation maçonnée, et le tube horizontal AB, qui ressort d'environ $0^{m},40$ au-dessus du sol de la cave, est maintenu dans une gouttière formée par deux briques.

» Pour mettre l'instrument en expérience, on remplit tout d'abord le

récipient de mercure par l'entonnoir du tube AB en l'inclinant progressivement de manière à faire échapper l'air par le robinet N. Lorsque le mercure arrive à dépasser le robinet supérieur M, on le ferme, ainsi que celui en N, et, l'instrument ayant été redressé, on ajuste en M le ballon en caoutchouc qui contient l'hydrogène ou l'azote.

» En ouvrant alors le robinet S, le mercure qui remplit le tube ainsi que le récipient s'écoule, et, en comprimant le ballon de caoutchouc ou en mettant un ajutage au robinet S, on fait entrer le gaz de façon à remplir presque entièrement le récipient. Le robinet S est alors fermé et l'on verse du mercure par le tube vertical EF en ouvrant le robinet N. Le gaz est alors progressivement comprimé et le mercure monte à la fois dans les tubes EF et ABC. Lorsqu'il a dépassé le robinet M, on le ferme, en assurant la fermeture par une goutte de glycérine versée dans l'entonnoir supérieur.

» L'appareil ayant été mis en équilibre de température avec le milieu, ce qui demande au moins un jour, on ouvre le robinet S d'abord franchement, puis ensuite de manière à faire écouler le mercure goutte à goutte; il se détache bientôt de M et l'on s'arrête lorsqu'il arrive au coude A.

» Il oscillera dans le tube horizontal suivant les variations de la température et de la gravité. Notre confrère M. Lippmann ayant bien voulu me donner les équations de ce mouvement, je ne puis mieux faire que de les transcrire ici.

» Soit D le diamètre du récipient, la surface supérieure du mercure sera égale à $\frac{\pi D^2}{4} = S$. En appelant d le diamètre intérieur du tube AB, la surface de cette section sera $\frac{\pi d^2}{4} = s$.

» Si l'on appelle H la hauteur du mercure comprise entre le niveau inférieur du mercure et le tube supérieur horizontal et ρ la masse spécifique de l'air à zéro, on aura, pour la masse à t^0, $\frac{\rho g \mathrm{H} \mathrm{S} a}{1 + \beta t}$. A une autre température peu différente de la première on aurait, pour la même masse,

$$\frac{\mathrm{S}\rho(g - dg)(\mathrm{H} + d\mathrm{H})(a + da)}{1 + \beta(t + dt)};$$

en égalant ces deux valeurs et en faisant abstraction des termes du second ordre, on a, $d\mathrm{H}$ étant égal à da,

$$da(a + \mathrm{H}) = \mathrm{H}a\left[\frac{1 + \beta(t + dt)}{1 + \beta t}\,\frac{g}{g - dg} - 1\right],$$

ce qui devient

$$da = \frac{Ha\left(\beta\,dt + \dfrac{dg}{g}\right)}{a+H};$$

maintenant, en appelant dz le mouvement du mercure dans le tube supérieur, on a

$$s\,dz = S\,da,$$

d'où

$$dz = \frac{S}{s}\,\frac{Ha}{H+a}\left(\beta\,dt + \frac{dg}{g}\right).$$

» Les mouvements de la colonne mercurielle dans le tube horizontal sont amplifiés comme le produit du rapport des deux valeurs S et s par $\frac{Ha}{H+a}$. On voit ainsi qu'on a le moyen d'augmenter, au moins au point de vue théorique, presque autant qu'on le veut, si l'on ne tient pas compte des effets de la capillarité, les variations provenant de la gravité.

» Le rapport $\frac{Ha}{H+a}$ est lié à la tension du gaz qui sert de ressort [1].

» On peut remarquer également que les variations de la température influent au même degré que celles de la gravité, par suite, qu'il convient de les rendre aussi peu sensibles que possible, en enterrant suffisamment l'appareil et aussi, une fois qu'il est installé, en mouvant les robinets avec une manette, sans descendre dans l'excavation.

» Faisons une application théorique de la formule, en supposant la température invariable. Si l'on prend $D = 600^{mm}$, $H = 4000^{mm}$, $d = 2^{mm},5$ $a = 100^{mm}$, et enfin $dg = \frac{1}{12\,163\,000}$, c'est-à-dire égal à la variation de l'intensité de la pesanteur par le fait du changement de situation de la Lune, notre satellite restant à sa moyenne distance, nous avons pour valeur

$$\frac{S}{s}\,\frac{Ha}{H+a} = 5\,619\,800,$$

ce qui est un multiple énorme, et en rapport avec la très minime variation de la gravité. Dans ces conditions, le mercure s'avancera de $0^{mm},46$ dans le tube horizontal, ce qui sera apparent.

» Ainsi, au point de vue théorique, en dehors des effets de la capillarité,

---

(1) On peut augmenter la hauteur de a en envoyant par pression de l'hydrogène par le tube vertical, en faisant d'autre part évacuer du mercure par le robinet inférieur.

l'instrument donne tout ce que l'on peut désirer, et cela seul mérite bien quelque attention.

» Disons, toutefois, que plusieurs causes entravent le mouvement de la colonne z, notamment l'adhérence du mercure à la paroi de verre, le tube en fer pouvant être pris assez gros pour n'avoir de son fait aucune résistance. Nous avons fait plusieurs expériences pour atténuer le frottement, soit en lubrifiant le tube avec de la glycérine, soit en prenant un diamètre intérieur tel que le ménisque se détache de la partie supérieure, effet qui se produit pour des diamètres supérieurs à 3^{mm}, soit en ayant de la glycérine dans ce tube z.

» Disons aussi que l'instrument est d'une sensibilité extrême aux variations de la température et qu'il nous paraît indispensable de dénoter ces variations pour en tenir compte. On peut placer, pour cela, un thermomètre à alcool d'une capacité de 178^{cc} dans un bain de mercure surmontant le récipient; un tube horizontal, d'un diamètre intérieur de $0^{mm},5$, arrive près de celui du bothrimètre, et chaque millième de degré de variation est indiqué alors par un mouvement de 1^{mm}.

» On voit qu'il importe, d'une part, de placer à demeure l'instrument dans une situation telle que la température puisse rester presque invariable, et aussi qu'en raison de l'extrême sensibilité du thermomètre on doit avoir un moyen de régler, par une pression sur la boule aplatie de cet instrument, la position de l'extrémité de la colonne d'alcool, de même que l'on peut régler celle de la colonne z.

» L'appareil d'essai, qui est placé dans la cave du Dépôt de la Marine, n'ayant pas été muni d'appareils enregistreurs par la Photographie, n'a pas donné des résultats dignes d'être notés. Le diamètre de la cuvette, 250^{mm}, ne permettait pas, d'ailleurs, d'avoir des variations provenant de l'action luni-solaire. Mais nous avons pu vérifier, d'une part, son extrême sensibilité et aussi combien il était difficile de maintenir un vide permanent dans un tube en fer non verni, ainsi que l'étanchéité d'ajustages sous une pression de plusieurs atmosphères. Ce n'est qu'après un an d'essais que nous sommes arrivés à surmonter les multiples difficultés de l'installation de cet appareil. »

COSMOLOGIE. — *Observation sur les conditions qui paraissent avoir présidé à la formation des météorites,* par M. **Daubrée**.

« M. Moissan et M. Friedel, dans les belles recherches dont ils viennent de faire part à l'Académie, ont chacun reconnu combien le fer météorite

de Cañon Diablo est loin d'être homogène, même dans des parties très voisines les unes des autres ([1]). C'est une hétérogénéité qu'on est surpris de trouver dans une masse qui, d'après son aspect, paraîtrait avoir passé par une fusion.

» Je demande la permission de rapprocher ce caractère remarquable d'une observation que j'ai faite autrefois. A la suite d'expériences synthétiques dans lesquelles je cherchais à imiter les météorites pierreuses du type commun ([2]), j'étais amené à conclure ([3]) :

» La température élevée produite dans ces expériences de laboratoire » a amené la formation de silicates, péridot et enstatite, en cristaux nets » et volumineux, tels que l'on n'en rencontre jamais dans les météorites. » Il est, en effet, extrêmement digne de remarque que les substances si- » licatées qui composent les météorites du type commun, ou sporadosi- » dères, malgré leur extrême tendance à cristalliser, y soient toujours à » l'état de cristaux très petits et essentiellement confus.

» S'il était permis de chercher quelque analogie autour de nous, nous » dirions que les cristaux obtenus par la fusion des météorites pierreuses » rappellent les longues aiguilles de glace que l'eau liquide forme en se » congelant, tandis que la structure à grains fins des météorites naturelles, » du type commun, ressemble plutôt à celle du givre ou de la neige for- » mée, comme on le sait, par le passage immédiat de la vapeur d'eau at- » mosphérique à l'état solide, ou encore à celle de la fleur de soufre soli- » difiée dans des conditions analogues. »

» D'ailleurs, les innombrables granules de fer disséminés dans ces mêmes météorites témoignent clairement par leurs formes qu'ils ne s'y sont pas isolés à la suite d'une fusion : au lieu d'être globulaires, ils s'insinuent en se ramifiant et se moulent au milieu des minéraux pierreux.

» L'idée que j'émettais alors a été confirmée par les très intéressantes expériences de M. Stanislas Meunier ([4]) qui est parvenu à imiter les divers minéraux météoriques, métalliques et pierreux, au moyen de réactions gazeuses, c'est-à-dire par une décomposition mutuelle de vapeurs.

» Ainsi, l'observation et l'expérimentation s'accordent pour conduire à admettre que, dans les corps célestes dont elles proviennent, les météorites

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 289 et 291.

([2]) *Comptes rendus*, janvier à mars 1866.

([3]) *Journal des Savants*, 1870, p. 181.

([4]) *Mémoires des Savants étrangers*, t. XVII, n° 5; 1883, et *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 215.

n'ont pas été formées par une simple fusion, mais plus probablement par une précipitation de vapeurs amenées brusquement de l'état gazeux à la forme solide. Si ces vapeurs étaient de natures diverses, on comprend la nature hétérogène des produits solides qu'elles ont engendrés. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation de l'uranium à haute température.* Note de M. **Henri Moissan.**

« La Métallurgie a utilisé dans ces dernières années les courants à haute tension pour produire des électrolyses. Les nouvelles préparations du magnésium et de l'aluminium en sont des exemples; mais nous estimons que la chaleur fournie par l'arc électrique peut aussi être utilisée spécialement lorsqu'il s'agit de réduire, par le charbon, certains oxydes regardés jusqu'ici comme irréductibles.

» C'est ainsi que l'emploi du four électrique permet de préparer, avec rapidité, les métaux réfractaires que l'on avait anciennement beaucoup de peine à obtenir, ou qu'il était même impossible de préparer.

» Il suffit, en effet, de placer, dans la cavité d'un four en chaux, une certaine quantité de magnésie qui est absolument stable aux températures les plus élevées de l'arc (¹) et de disposer, par-dessus, un creuset de charbon de cornue contenant le mélange de charbon et d'oxyde à réduire.

» Lorsque le métal est volatil, on fait traverser le four par un courant d'hydrogène, et les vapeurs métalliques sont condensées dans un récipient refroidi. On prépare ainsi le calcium, le baryum et le strontium. Si le métal n'est pas sensiblement volatil, il reste au fond du creuset sous la forme de lingot; c'est le cas de l'uranium, dont nous indiquerons la préparation aujourd'hui.

» L'uranium métallique avait été préparé, en très petites quantités, par Peligot, avec beaucoup de difficultés, en réduisant l'oxyde d'uranium par un métal alcalin. Aux températures ordinaires, les différents oxydes d'uranium sont en effet irréductibles par le charbon. Il n'en est plus de même, comme je l'ai indiqué précédemment, aux hautes températures dont on peut disposer dans le four électrique.

» Pour obtenir ce métal, on calcine, dans une capsule de porcelaine,

(¹) Dans toutes nos expériences la magnésie a toujours été irréductible par le charbon.

l'azotate d'uranium que l'on peut préparer dans un grand état de pureté. Il reste un mélange rougeâtre de sesquioxyde d'uranium et d'oxyde vert U^3O^4. On additionne ce mélange d'un léger excès de charbon en poudre et le tout est fortement comprimé dans un creuset de charbon. En soumettant alors ce mélange, dans le four électrique, à l'action de l'arc produit par un courant de 450 ampères et 60 volts, la réduction se fait complètement, en quelques instants. Après refroidissement, on retire du creuset un lingot métallique à cassure brillante d'une grande dureté, qui, lorsqu'on le projette sur la porcelaine ou qu'on agite ses fragments dans un flacon de verre, fournit de brillantes étincelles par la combustion de traces de matières. Il se produit ici, mais avec un éclat beaucoup plus grand, un phénomène analogue à la combustion des parcelles de fer qui prennent feu par simple frottement dans l'air.

» Le rendement en uranium de cette préparation, faite au four électrique, est assez grand. Une expérience de douze minutes fournit un culot de 200gr à 220gr. Les 600gr que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie ont donc été préparés en trois fois, et chaque réduction n'a demandé que dix minutes environ.

» Cet échantillon n'est pas formé d'uranium pur (1). C'est une véritable fonte dont la teneur en carbone varie avec la prédominance soit de l'oxyde, soit du charbon dans le mélange.

» L'analyse qualitative nous a démontré que nous n'avions que de l'uranium et du carbone. Les dosages de différents échantillons de ce carbure d'uranium nous ont fourni les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.
Uranium	86,25	89,46	89,10	95,70
Carbone..............	13,50	11,03	10,24	5,02

» Nous ajouterons que ces carbures d'uranium décomposent lentement l'eau à la température ordinaire, propriété sur laquelle nous aurons occasion de revenir, et que leur point de fusion est bien supérieur à celui du platine.

(1) Un assez grand nombre de métaux n'ont jamais été préparés dans un état parfait de pureté. Certains renferment du carbone, du silicium ou des métaux alcalins; on sait aujourd'hui qu'une très petite quantité de ces impuretés peut faire varier les propriétés physiques et même chimiques de ces corps simples. Il nous semble donc important de déterminer avec soin l'état de pureté des métaux obtenus au moyen du four électrique..

» En résumé, nous avons obtenu, à haute température, par réduction directe des oxydes d'uranium par le charbon, une véritable fonte d'uranium. Dans un travail ultérieur, nous donnerons les propriétés caractéristiques de ce composé; nous indiquerons comment on peut l'affiner et quelles sont les propriétés du métal pur. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation rapide du chrome et du manganèse à haute température;* par M. **Henri Moissan.**

« Le chrome et le manganèse, dont nous indiquons, dans cette Note, un procédé rapide de préparation, sont obtenus dans les laboratoires le plus souvent par réduction de l'oxyde par le carbone. L'industrie a même utilisé cette réaction pour fabriquer dans les hauts fourneaux de grandes quantités de ferro-manganèse et de ferro-chrome.

» L'emploi du four électrique permet de transformer ces réductions longues et difficiles en véritables préparations de cours (¹).

» *Manganèse.* — Le protoxyde de manganèse pur est mélangé de charbon et chauffé dans l'arc. Lorsque l'on opère avec 300 ampères et 60 volts, la réduction est complète en cinq ou six minutes. Il reste, au fond du creuset, un culot de carbure de manganèse de 100gr à 120gr.

» La réduction peut se faire d'une façon un peu plus lente et exige dans ce cas dix à quinze minutes avec un arc voltaïque mesurant 100 ampères et 50 volts.

» Lorsque l'on opère en présence d'un excès de charbon, le manganèse se sature de carbone et l'on obtient des fontes fournissant à l'analyse les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.
Manganèse........	85,00	85,82	90,60	94,06
Charbon..........	14,59	13,98	10,20	6,35

(¹) Les oxydes de nickel et de cobalt sont aussi réduits avec rapidité par le charbon dans le four électrique. Nous avons obtenu dans ces conditions des fontes qui renfermaient :

	1.	2.	3.
Nickel............	86,10	87,62	94,40
Carbone...........	13,47	11,90	6,19

Un échantillon de cobalt préparé avec un excès d'oxyde nous a donné dans trois analyses successives :

Carbone (p. 100)...	0,726	0,732	0,741

» Mais, si la réduction se produit en présence d'un excès d'oxyde, la quantité de carbone diminue beaucoup, et dans certains culots, on n'obtient plus que 4 à 5 pour 100 de charbon. Lorsque la fonte de manganèse ainsi préparée ne renferme que peu de carbone, le métal peut se conserver facilement dans des vases ouverts, mais aussitôt que la quantité de carbure augmente, l'humidité de l'air ne tarde pas à le décomposer. De petits fragments placés dans l'eau se transforment en vingt-quatre heures, en fournissant un mélange gazeux d'hydrogène et de carbures d'hydrogène.

» *Chrome*. — On sait que la réduction du sesquioxyde de chrome par le charbon est bien plus difficile que celle du protoxyde de manganèse. Cette opération, au four électrique, ne demande que huit à dix minutes, lorsque l'on peut disposer d'un courant de 350 ampères et 50 volts.

» Le mélange de sesquioxyde de chrome calciné et de charbon est réduit avec facilité et laisse un culot brillant, parfaitement fondu, de 100^{gr} à 110^{gr} environ. Avec un courant de 50 volts et 100 ampères, l'expérience se fait sur une quantité de matière un peu plus faible en quinze minutes au maximum.

» Un courant de 30 ampères et de 50 volts suffit pour fournir un culot de 10^{gr} en trente ou quarante minutes.

» Le métal fondu est adhérent au creuset. Suivant que la quantité d'oxyde ou de charbon domine, on obtient un carbure plus ou moins riche en carbone. Les différents échantillons préparés dans ces conditions nous ont donné comme teneur en carbone les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.
Chrome.........	87,37	86,25	90,30	91,70
Carbone........	11,92	12,85	9,47	8,60

» Lorsque l'on a obtenu cette fonte de chrome, il est possible de l'affiner par une seconde opération. Le carbure métallique obtenu précédemment, concassé en fragments grossiers, est placé dans un creuset de charbon, brasqué avec soin à l'oxyde de chrome et recouvert du même oxyde ([1]). Ce mélange est soumis, à nouveau, à la température de l'arc électrique; l'oxyde superficiel fond, puis le métal entre aussi en fusion et perd alors peu à peu tout le carbone qu'il renferme. Le chrome ainsi

([1]) Lorsque l'oxyde à réduire est facilement fusible, on doit brasquer l'intérieur du creuset de charbon avec une couche épaisse de magnésie calcinée agglomérée avec une petite quantité d'eau, puis séchée au four Perrot.

préparé, chauffé dans un courant de chlore, se transforme en chlorure volatil sans laisser trace de charbon.

» Ce procédé permet d'obtenir le chrome métallique rapidement et en assez grande quantité; il ne nécessiterait pas une dépense très importante si l'on pouvait disposer d'une force motrice produite par une chute d'eau, puisque la machine dynamo-électrique qui nous a servi dans ces expériences n'avait qu'une valeur de 1200^{fr}.

» Cette réduction ne s'effectue pas seulement avec le sesquioxyde de chrome produit dans les laboratoires. Elle peut aussi bien se produire au moyen du fer chromé FeO, Cr^2O^3 que l'on rencontre dans la nature. On obtient alors un alliage fondu et parfaitement homogène de fer et de chrome. Il est facile de transformer le chrome de cet alliage en chromate. Pour cela, il suffit de projeter l'alliage grossièrement pulvérisé dans un bain de nitrate de potasse ou de nitrate de soude en fusion; il se fait du sesquioxyde de fer insoluble, et du chromate alcalin soluble dans l'eau, que l'on peut préparer et purifier par cristallisation.

» Ces expériences sur la préparation des métaux difficilement fusibles ont été faites au Conservatoire des Arts et Métiers, grâce à l'obligeance du colonel Laussedat qui a bien voulu continuer à mettre à notre disposition une force motrice de 45 chevaux, et je tiens à lui adresser ici tous mes remerciements. »

CHIMIE. — *Sur la Stéréochimie;* par M. C. **Friedel.**

« M. Colson [1] continue à attaquer d'une manière vague tantôt les principes de la stéréochimie, tantôt la règle donnée par M. Guye pour prévoir le sens du pouvoir rotatoire. Je lui ai déjà répondu en montrant que ce qu'il combat ce n'est pas la stéréochimie, telle qu'elle est admise par tous ses partisans, mais les idées inexactes qu'il a mises lui-même à la place. J'ai fait voir en effet [2] qu'il a mal compris la formule abrégée de M. Van't Hoff, et qu'il a appliqué à l'acide tartrique actif la formule qui convient à l'acide tartrique inactif. Dans sa nouvelle Note, il affirme que j'ai « proposé une autre formule qui a l'inconvénient de faire prévoir six » acides tartriques actifs, tandis qu'on n'en connaît que deux ».

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXVI, p. 319.
(2) *Ibid.,* t. CXV, p. 994.

» Je n'ai, en aucune façon, proposé une nouvelle formule pour l'acide tartrique; j'ai mis sous les yeux de M. Colson la formule donnée par MM. Le Bel et Van't Hoff, et que tout le monde a admise après eux parce qu'elle s'adapte parfaitement aux faits. Elle prend deux formes distinctes, correspondant avec deux acides tartriques droit et gauche, et deux seulement. Si M. Colson a trouvé six isomères, c'est que, contrairement à l'idée admise par tous les chimistes, même avant l'introduction de la stéréochimie, il admet que la liaison simple existant entre deux atomes de carbone est quelque chose de rigide, d'invariable, déterminant une orientation fixe des atomes ou groupes d'atomes qui saturent chacune des trois valences restantes des deux atomes de carbone.

» Avec l'hypothèse de M. Colson, le bromure d'éthylène, dans lequel chaque atome de carbone est saturé par 2H et par 1Br, devrait présenter deux groupements isomériques. Chacun sait qu'il n'en est rien, et l'on admet par conséquent que les deux atomes de carbone ont, l'un par rapport à l'autre, une mobilité parfaite autour du point de jonction, ou au moins autour d'un axe passant par le point de jonction. On voit ce que deviennent les six isomères de M. Colson. Il n'y a d'ailleurs pas trop lieu de s'étonner en le voyant trouver dans une formule plus d'isomères qu'elle n'en représente. Dans un essai qu'il a publié sur l'isomérie de position, et où il n'est question que de formules construites dans le plan ([1]), nous voyons qu'il déduit de celles-ci l'existence de 2 propanes et de 3 butanes, alors que chacun sait qu'il n'existe que 1 propane et 2 butanes, ce qui résulte de ces formules mêmes.

» Il me paraît inutile de prolonger une discussion qui ne peut être qu'oiseuse en de pareilles conditions, et qui est d'autant plus inutile que les belles recherches de M. A. de Bæyer sur les acides hydrophtaliques et celles de M. E. Fischer sur la synthèse des matières sucrées ont donné à la stéréochimie une consécration dont ceux qui la combattent feraient bien de tenir compte. Mais, si je regrette que M. Colson ait entrepris cette campagne sans avoir suffisamment étudié la théorie qu'il attaque, je ne puis que l'approuver quand il apporte dans la controverse des faits nouveaux, qu'ils soient conformes ou contraires aux idées qui me paraissent vraies.

» Je ne dis pas cela, en ce qui concerne sa dernière Note, pour l'obser-

---

([1]) *Encyclopédie chimique*, t. VIII; *Chimie organique*, 8e fascicule, *Appendice*, p. 11.

vation relative au mélange d'aniline et d'acide diacétyltartrique. Il est difficile d'attacher une importance quelconque à un fait aussi peu étudié. M. Colson ne s'est pas donné la peine de déterminer quel est le produit qui se forme; il ne cite de plus aucun nombre. Il n'y a donc pas lieu de s'y arrêter.

» Au contraire, les observations relatives à la variation du pouvoir rotoire avec la température dans les oxydes d'amyle et les oxydes mixtes me paraissent intéressantes ([1]). Elles fournissent une donnée dont il y aura à tenir compte quand on pourra établir la loi complète qui lie le pouvoir rotatoire à l'arrangement moléculaire, au lieu de se contenter, comme on le fait maintenant, d'une première approximation. Seulement rien ne montre que ces variations soient en contradiction avec la théorie qui attribue le pouvoir rotatoire à la structure chimique. Il faudrait ici encore donner à cette théorie un sens étroit qui n'a jamais été dans l'esprit de ses auteurs : des variations de l'ordre de celles mesurées par M. Colson, fût-ce avec changement de signe, peuvent parfaitement s'expliquer par les déformations que la température doit faire subir à la molécule sans détruire son arrangement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les benzoates et métanitrobenzoates de diazoamidobenzène et de paradiazoamidotoluène.* Note de MM. **A. Haller** et **A. Guyot.**

« Bien qu'il soit question, dans la littérature chimique, de formiate ([2]) et d'acétate de diazobenzène, on n'a pas encore réussi à préparer, à notre connaissance du moins, de sel cristallisé de diazobenzène ou de diazotoluène avec des acides organiques carboxylés. Les sels dont il est question plus haut n'ont, en effet, été signalés qu'à l'état de dissolution. Le picrate de diazobenzène, que MM. Bæyer et Jaeger ([3]) ont obtenu en traitant du picrate de soude par de l'azotate de diazobenzène, ne peut être rangé parmi ces sortes de combinaisons, l'acide picrique étant un phénol.

» Dans le but d'obtenir des sels de ce genre, nous avons employé la

---

([1]) M. Gernez avait déjà fait connaître la variation du pouvoir rotatoire spécifique avec la température dans les liquides.

([2]) *Deuts. chem. Ges.*, t. XVIII, p. 337.

([3]) *Ibid.*, t. VIII, p. 893.

méthode imaginée par M. Knœvenagel [1] pour l'obtention des chlorure, sulfate et azotate de diazobenzène solides. Cette méthode consiste à traiter une solution alcoolique du mélange d'amine et d'acide organique par de l'azotite d'amyle et d'isoler le précipité qui ne tarde pas à se former.

» Quand on opère avec les acides benzoïque, métanitrobenzoïque et aniline ou toluidine, il y a en effet réaction, mais celle-ci, au lieu de s'accomplir suivant nos prévisions, donne lieu à la formation de véritables sels des *composés diazoamidés*, de sorte qu'on peut la traduire par les équations suivantes :

$$C^6H^5.CO^2H^3AzC^6H^5 + AzO^2H = C^6H^5.CO^2Az^2C^6H^5 + 2H^2O,$$

$$C^6H^5.CO^2Az^2C^6H^5 + C^6H^5AzH^2 = C^6H^5.CO^2.H^2Az\Big\langle{C^6H^5 \atop Az^2C^6H^5}.$$

» Qu'on prenne l'amine, l'acide et l'azotite d'amyle en quantités moléculaires, ou qu'on emploie la moitié seulement de l'azotite, les résultats restent les mêmes. Nous avons cependant remarqué qu'un excès d'éther amylique déterminait la formation de produits bruns qui empêchent d'obtenir le dérivé diazoamidé à l'état pur.

» L'analyse et les produits de décomposition sous l'influence des acides démontrent bien qu'il s'agit de véritables sels de dérivés diazoamidés.

» *Benzoate de diazoamidobenzène* $C^6H^5.CO^2H^2Az\Big\langle{AzC^6H^5 \atop C^6H^5}$. — On dissout molécules égales d'acide benzoïque et d'aniline dans la quantité strictement nécessaire d'alcool absolu, et l'on ajoute au mélange, maintenu entre 0° et 5°, une molécule ou mieux une demi-molécule d'azotite d'amyle; au bout de quelques instants, il se forme un abondant précipité cristallin, jaune clair, qu'on essore et qu'on lave avec un peu d'alcool absolu. On enlève les dernières traces d'azotite, en exprimant le produit entre des doubles de papier à filtre, et l'on fait cristalliser dans l'éther à froid. On obtient ainsi des aiguilles jaunes, s'altérant assez facilement, surtout si elles restent souillées d'un peu d'azotite. A l'état pur, elles se conservent pendant quelque temps, mais elles finissent toujours par brunir. Elles fondent vers 91° et se dissolvent dans presque tous les dissolvants usuels.

» *Métanitrobenzoate de diazoamidobenzène* $C^6H^4\Big\langle{AzO^2 \atop CO^2H^2Az\Big\langle{Az^2C^6H^5 \atop C^6H^5}}$. — Ce composé se prépare comme le benzoate. Il constitue des cristaux jaunes, fondant à 90°, solubles dans tous les dissolvants ordinaires, sauf dans l'éther de pétrole.

» *Benzoate de paradiazoamidotoluène* $C^6H^5.CO^2H^2Az\Big\langle{Az^2C^6H^4CH^3 \atop C^6H^4CH^3}$. — Pré-

---

[1] *Deuts. chem. Ges.*, t. XXIII, p. 2994.

paré comme l'homologue inférieur, ce composé se présente sous la forme de longues aiguilles jaunes, quand on le fait cristalliser dans l'éther à froid.

» *Métanitrobenzoate de paradiazoamidotoluène.* — Au moment où l'on mélange l'acide métanitrobenzoïque à la solution alcoolique de paratoluidine, il se forme quelquefois un précipité de métanitrobenzoate de paratoluidine insoluble; la formation de ce sel ne présente aucun inconvénient : il suffit, en effet, d'ajouter à la liqueur l'azotite d'amyle, pour qu'il se dissolve de nouveau, pour se reprécipiter au bout de quelques instants sous la forme de métanitrobenzoate de paradiazoamidotoluène. Ce sel constitue des aiguilles jaunes, facilement altérables.

» Pour démontrer que ces corps sont bien des composés diazoamidés, nous avons chauffé au bain-marie le métanitrobenzoate de diazoamidotoluène avec de l'eau acidulée par de l'acide chlorhydrique. Quand il ne se dégage plus d'azote, on laisse refroidir et l'on agite le liquide avec de l'éther. La partie aqueuse contient le chlorhydrate de paratoluidine, tandis que la liqueur éthérée tient en dissolution l'acide métanitrobenzoïque et le paracrésol.

» Pour isoler la paratoluidine, on rend la liqueur alcaline et l'on épuise à l'éther. La solution éthérée fournit par évaporation la base, qu'il suffit ensuite de distiller pour l'obtenir à l'état pur et cristallisé.

» Pour séparer l'acide métanitrobenzoïque du paracrésol, on agite la solution éthérée avec du carbonate de soude, on décante, et la liqueur alcaline, sursaturée par de l'acide sulfurique, donne un précipité d'acide métanitrobenzoïque qui, purifié par cristallisation, possède le point de fusion de l'acide pur. Quant à la solution éthérée, elle abandonne par évaporation le paracrésol sous la forme de cristaux fortement colorés, possédant une odeur caractéristique et donnant avec le perchlorure de fer une coloration bleue.

» Ce mode de dédoublement est bien celui des composés diazoamidés.

» Des essais faits pour obtenir les acétate, formiate et orthotoluate de diazoamidobenzène n'ont pas conduit au résultat désiré. Il s'est toujours formé du diazoamidobenzène pur et cristallisé.

» Nous avons également essayé l'action de l'azotite d'amyle sur un mélange de cyanacétate d'éthyle ou d'acétylacétate d'éthyle et de paratoluidine. Dans les deux cas, il ne s'est déposé que du diazoamidotoluène. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Hautes pressions atmosphériques observées à Irkoutsk du 12 au 16 janvier 1893.* Note de M. ALEXIS DE TILLO.

« Les plus hautes pressions barométriques ont été notées jusqu'à présent dans la Sibérie occidentale ([1]). Elles viennent d'être surpassées par

([1]) Note de M. Mascart aux *Comptes rendus* du 8 décembre 1890 et les articles de M. Vojeikoff (*Zeitschrift der Oesterr. Ges. für Meteorologie,* p. 408; 1880) et de M. Hann (*Ibid.,* p. 94; 1882), et *Naturwissench. Rundschau,* p. 155; 1891.

celles qui ont été observées à Irkoutsk, dans la Sibérie orientale. Pendant quatre jours, du 12 au 16 janvier 1893, le baromètre est resté au-dessus de 800mm, comme on pourra en juger d'après le Tableau suivant, que j'ai l'honneur de signaler à l'attention de l'Académie :

		h	mm	°	
1893.	12 janvier.......	1 p. m.	798,4	— 31,7	Celsius.
		9 »	804,6	— 40,6	»
	13 janvier.......	7 a. m.	805,7	— 43,1	»
		1 p. m.	803,5	— 35,4	»
		9 »	806,2	— 41,7	»
	14 janvier.......	7 a. m.	807,5	— 46,3	»
		1 p. m.	803,8	— 37,5	»
		9 »	804,9	— 40,5	»
	15 janvier.......	7 a. m.	805,7	— 43,9	»
		1 p. m.	803,0	— 33,9	»
		9 »	804,2	— 38,1	»
	16 janvier.......	7 a. m.	802,4	— 34,0	»
		1 p. m.	799,0	— 24,7	»

» Ces observations se trouvent enregistrées dans le *Bulletin météorologique de l'Observatoire de Saint-Pétersbourg* (rédigé par M. H. Wild). Le baromètre est réduit au niveau de la mer et à la pesanteur normale.

» La valeur de 807mm,5 (¹) est donc la valeur la plus élevée que l'on connaisse jusqu'ici. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section d'Astronomie, en remplacement de feu M. l'Amiral *Mouchez*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Callandreau obtient.	48	suffrages
M. Radau »	6	»
M. Bigourdan »	1	»

Il y a un bulletin blanc.

(¹) Avec une erreur probable de ± 1mm, à cause de l'incertitude de l'altitude (491m) d'Irkoutsk.

M. **Callandreau**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de feu M. *Stas*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 54,

M. Kékulé	obtient	47	suffrages.
M. Mendelejeff	»	2	»
M. Cannizzaro	»	1	»
M. Roscoe	»	1	»

Il y a trois bulletins blancs.

M. **Kékulé**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. H. **Arnaud** adresse un Mémoire intitulé « Étude théorique et expérimentale sur les couleurs et la lumière ».

(Commissaires : MM. Faye, Cornu, Mascart.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le 5e Volume des « Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon, dirigées par M. Lortet ». (Présenté par M. Albert Gaudry.)

M. **Bertrand** informe l'Académie du désir exprimé par M. *Diamandi*, d'être soumis à un examen de calcul de mémoire.

Ce vœu sera transmis à la Commission précédemment nommée à l'occasion d'une demande semblable du calculateur Inaudi.

M. **Bertrand** offre à l'Académie, pour ses Archives, au nom de Madame *Laugier*, trois Mémoires manuscrits du célèbre horloger *Pierre Leroy*, lauréat de l'Académie en 1756.

ASTRONOMIE. — *Résumé des observations solaires faites à l'observatoire royal du Collège romain pendant le dernier trimestre de* 1892. Note de M. **P. Tacchini.**

« La saison a été suffisamment favorable, en voici les résultats :

1892.	Nombre de jours d'observation.	Fréquence relative des taches.	Fréquence relative des jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes par jour.
Octobre	20	23,76	0,00	79,00	89,60	4,95
Novembre...	25	23,16	0,00	74,29	46,67	4,16
Décembre...	21	22,90	0,00	63,33	66,25	6,57

» Après le minimum secondaire du mois de septembre, le phénomène des taches solaires a repris la même importance qu'au commencement du trimestre précédent, de sorte que la fréquence des taches et des trous s'est conservée presque la même pendant les 2e, 3e et 4e trimestres de 1892. La même considération s'applique aux facules.

» Quant aux protubérances, le nombre de jours d'observation a été un peu moindre; voici le résumé :

1892.	Nombre de jours d'observation.	Protubérances. Nombre moyen.	Protubérances. Hauteur moyenne.	Protubérances. Extension moyenne.
Octobre	20	9,02	36,8″	1,6°
Novembre	21	9,29	45,5	2,2
Décembre............	15	9,47	41,7	2,0

» Le phénomène des protubérances solaires a donc conservé une intensité à peu près égale à celle que l'on avait trouvée dans le trimestre précédent, quant à l'ensemble des observations; tandis que l'on a observé dans le dernier, avec plus de fréquence, certaines particularités extraordinaires dans la forme et la hauteur de plusieurs protubérances. Le deuxième semestre de 1892 doit donc être considéré comme une période d'activité bien marquée, par rapport aux phénomènes de la chromosphère et de l'atmosphère solaires. »

ASTRONOMIE. — *Sur les termes du second ordre provenant de la combinaison de l'aberration et de la réfraction.* Note de M. **Folie.**

« Indépendamment des termes que nous avons ajoutés aux formules de réduction usitées (*Monthly Notices*, t. LII, n° 8), il est d'autres termes du second ordre, dont les astronomes n'ont pas tenu compte, à tort, selon nous. Je veux parler de ceux qui proviennent de la combinaison de la nutation et de la réfraction; car c'est bien le rayon réfracté qui arrive à l'œil.

» Je ne chercherai ces termes que dans le cas des observations méridiennes. Il ne s'agit alors que d'introduire, au lieu de la déclinaison vraie δ, cette déclinaison augmentée de la réfraction r [1].

» En appelant $\Delta\alpha$ et $\Delta\delta$ les termes du premier ordre de l'aberration, qui sont de la forme

$$\Delta\alpha = -\,\mathrm{K}\,\text{séc}\,\delta(\mathrm{M}), \qquad \Delta\delta = -\,\mathrm{K}(\mathrm{N}_1\cos\delta + \mathrm{N}_2\sin\delta),$$

et $\delta\,\Delta\alpha$, $\delta\,\Delta\delta$ ceux du second ordre qui proviennent de la combinaison de l'aberration et de la réfraction, on aura

$$\delta\,\Delta\alpha = \text{tang}\,\delta\, r\,\Delta\alpha, \qquad \Delta\delta = \mathrm{K}r(\mathrm{N}_1\sin\delta - \mathrm{N}_2\cos\delta).$$

» En ascension droite, cette correction est très importante pour les circumpolaires; en déclinaison, elle est négligeable pour toutes les étoiles, excepté près de l'horizon, où il n'y aurait aucune utilité à en tenir compte.

» Calculons-la en ascension droite pour la polaire (1892). $\Delta\alpha$ peut s'écrire dans ce cas

$$\Delta\alpha = -\,\mathrm{K}\,\text{séc}\,\delta\, m\cos(\odot - 21^\circ 28'),$$

donc

$$\delta\,\Delta\alpha = -\,r\mathrm{K}m\,\text{tang}\,\delta\,\text{séc}\,\delta\cos(\odot - 21^\circ 28'),$$

où

$$\log\mathrm{K} = 1,3106, \qquad \log\text{tang}\,\delta\,\text{séc}\,\delta = 3,3100, \qquad \log m = 9,9674;$$

en prenant la réfraction moyenne, pour Paris, égale à $48'',7$ pour le passage

(1) Car la distance zénithale z est égale à $\varphi - \delta$, abstraction faite de la réfraction. En tenant compte de celle-ci, on aura $z = \varphi - \delta - r$; c'est-à-dire que le rayon lumineux qui arrive à l'œil vient en apparence d'un point dont la déclinaison est $\delta + r$; c'est ce point, et non le point de déclinaison δ, qui détermine sa direction apparente.

supérieur, à 53″,3 pour l'inférieur, on aura

$$-\delta\Delta\alpha = \frac{9'',2}{10'',0}\cos(\odot - 21^\circ 28') = \frac{0^s,60}{0^s,66}\cos(\odot - 21^\circ 28'),$$

variation annuelle très importante, qu'on n'avait nullement soupçonnée.

» Il reste à démontrer expérimentalement que la correction ci-dessus (évaluée pour Paris à $\pm 0^s,60$ comme valeur maximum) existe bien réellement. J'ai donc prié l'un de mes astronomes de la vérifier dans les observations de Paris; il a choisi l'année 1882. Le terme correctif en ascension droite peut se mettre sous la forme

$$m\cos(\odot - 21^\circ,5) = \begin{cases} +m & \text{le 11 avril,} \\ -m & \text{le 14 octobre.} \end{cases}$$

» Il résulte des observations ci-jointes que cet écart existe en effet et qu'il est même plus fort que la valeur calculée $2m = 1^s,2$: la moyenne trouvée pour les trois instruments est $1^s,5$.

OBSERVATIONS DE PARIS, 1882. — Ascension droite.

» Terme correctif de l'aberration en ascension droite

$$m\cos(\odot - M) = +m \text{ le 11 avril} \qquad (M = 21^\circ,5)$$
$$= -m \text{ le 14 octobre,}$$

pour α *Ursæ minoris* (Polaire, 1882).

1° *Grand méridien.*

Observateurs : L. LEVEAU, P. PÉRIGAUD, H. R., H. RENAN, P. P., P. PUISEUX.

Dates.	Calcul — Observ.	Passage.	Observ.	Dates.	Calcul — Observ.	Passage.	Observ.
	s				s		
14 mars....	−0,3	*s*	L.	25 sept.....	+0,9	*i*	L.
15 mars....	−1,0	*s*	L.	27 sept.....	+2,1	*i*	L.
16 mars....	−1,8	*s*	L.	2 oct.....	−1,6	*i*	L.
18 mars....	−4,4	*s*	L.	11 oct.....	+1,0	*i*	L.
20 mars....	−5,7	*s*	L.	17 oct.....	+0,7	*s*	H. R.
3 avril....	−1,8	*s*	L.	18 oct.....	+1,0	*s*	H. R.
4 avril....	−3,8	*s*	L.	22 oct.....	+0,2	*i*	L.
5 avril....	−2,3	*s*	L.	23 oct.....	+2,0	*s*	H. R.
6 avril....	+0,6	*s*	L.	24 oct.....	−0,5	*i*	L.
7 avril....	+0,3	*s*	L.	30 oct.....	+1,1	*i*	L.
8 avril....	−1,7	*s*	P.	1 nov.....	+3,7	*i*	L.
26 avril....	−1,1	*i*	H. R.	2 nov.....	−0,3	*s*	H. R.
2 mai.....	0,0	*i*	P. P.	4 nov.....	−0,9	*s*	H. R.
5 mai.....	+0,1	*i*	P. P.	9 nov.....	−1,7	*s*	H. R.
Moy...	−1,6			9 nov.....	+3,1	*i*	L.
				Moy...	+0,7		

2° *Lunette de Gambey.*

Observateurs : E. Esmiol, F. Folain, O. Obrecht.

Dates.	Calcul — Observ.	Passage.	Observ.	Dates.	Calcul — Observ.	Passage.	Observ.
	s				s		
19 avril....	+2,1	*i*	P. P.	17 oct	−1,0	*s*	O.
21 avril....	−0,7	*i*	P. P.	23 oct	+2,3	*s*	F.
29 avril....	+1,5	*i*	F.	24 oct	+1,2	*s*	F.
1 mai.....	+1,5	*i*	F.	2 nov.....	−2,0	*s*	E.
2 mai.....	+1,0	*i*	F.	Moy...	+0,1		
Moy...	+1,1						

3° *Cercle du Jardin.*

Observateurs : B. Barré, C. Callandreau.

Dates.	Calcul — Observ.	Passage.	Observ.	Dates.	Calcul — Observ.	Passage.	Observ.
	s				s		
14 avril....	−1,0	*i*	B.	18 oct	+1,0	*s*	B.
19 avril....	−3,4	*i*	B.	22 oct	+1,1	*s*	B.
20 avril....	−1,1	*i*	B.	24 oct	−0,7	*s*	B.
1 mai.....	−0,9	*i*	B.	4 nov.....	+0,6	*s*	B.
3 mai.....	+2,6	*i*	C.	Moy...	+0,5		
7 mai.....	−1,7	*i*	C.				
8 mai.....	−1,8	*i*	C.				
11 mai.....	−1,7	*i*	C.				
13 mai.....	0,0	*i*	C.				
14 mai.....	−1,2	*i*	C.				
Moy...	−1,0						

» *Résumé.* — En donnant à chaque moyenne un poids proportionnel au nombre d'observations, on a :

Avril....	1°	$-1^s,6$	p:14	2°	$+1^s,1$	p:5	3°	$-1^s,0$	p:10
Oct.....		$+0^s,7$	p:15		$+0^s,1$	p:4		$+0^s,5$	p: 4

d'où

	C. — O.	
Avril	− 1,0	p:29
Octobre..................	+ 0,5	p:24

ce qui donne

$$m = 0^s,75. »$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les singularités essentielles des équations différentielles d'ordre supérieur.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Je distinguerai, dans cette Note, les points singuliers non algébriques x_0 d'une fonction analytique $y(x)$ *en points transcendants et en points essentiels*, suivant que y tend ou non vers une valeur *déterminée* quand x vient en x_0 sur un chemin quelconque à l'intérieur du domaine où y existe, mais sans tourner autour d'aucun point critique de y.

» Ceci posé, soit une équation du second ordre algébrique en y'', y', y, x

$$F(x, y, y', y'') = 0. \tag{1}$$

A l'inverse de ce qui se passe, comme je l'ai montré, pour le premier ordre, *l'intégrale d'une telle équation admet, en général, des points transcendants mobiles* (qu'on sait d'ailleurs étudier); mais c'est la présence possible de *points essentiels mobiles*, que rien ne met en évidence, qui a arrêté jusqu'ici l'étude des fonctions définies par les équations d'ordre supérieur. Des équations (1) très simples offrent l'exemple de cette singularité. Mais on peut montrer, et c'est là un fait assez inattendu, que, *pour une équation* (1) *prise au hasard, il n'existe pas de points essentiels.*

» En généralisant la méthode que j'ai développée dans le cas beaucoup plus simple du premier ordre, on parvient, en effet, au théorème suivant (que j'énonce en supposant qu'on a remplacé y par $\frac{1}{y+a}$ pour que $y = \infty$ soit sûrement une valeur ordinaire) :

» Théorème A. — *Soit* $S(x, y, y') = 0$ *la condition pour qu'une valeur de* y'' *soit infinie ou pour que deux valeurs de* y'' *se permutent.* Si l'intégrale de (1) a des points essentiels mobiles,

» I. *Le polynôme* S *contient un facteur de la forme* $S_1(x, y)$, *où* y *figure;*

» II. *L'équation* (1), *où l'on regarde* x *comme la fonction, admet, quel que soit* x_0, *l'intégrale* $x \equiv x_0$;

» III. *Si le point arbitraire* x_0 *est un point essentiel de* $y(x)$, *en tout point* x *voisin de* x_0, *une au moins des inégalités*

$$|S_1(x, y)| < \varepsilon, \qquad \left|\frac{1}{y'}\right| < \varepsilon$$

est vérifiée (ε *étant choisi aussi petit qu'on veut*).

» A l'équation (1) il est loisible de substituer le système

$$(2) \qquad \frac{dx}{P(x,y,z,t)} = \frac{dy}{Q(x,y,z,t)} = \frac{dz}{R(x,y,z,t)},$$

avec

$$F(x,y,z,t) = 0,$$

où P, Q, R, F sont des polynômes en x, y, z, t. En admettant qu'on ait fait subir à y, z la transformation homographique à deux variables la plus générale, le théorème A devient :

» THÉORÈME A'. — Soit $S(x,y,z) = 0$ la condition pour que P s'annule ou que deux valeurs de t se permutent. *Quand l'intégrale* $y(x)$, $z(x)$ *de* (2) *présente des points essentiels mobiles :* 1° S *contient un facteur* $S_1(x,y,z)$ *tel que l'expression* $Q\frac{\partial S_1}{\partial y} + R\frac{\partial S_1}{\partial z}$ *s'annule avec* S_1 (*autrement dit, quel que soit* x_0 *les égalités* $x = x_0$, $S_1(x_0,y,z) = 0$ *définissent une intégrale de* (2) *où* x *est regardé comme une des fonctions*); 2° *Si l'on pose* $y = \frac{1}{t}$, $S_1 = u$ *le nouveau système* (2), *où l'on regarde* u *comme la variable, admet, quel que soit* x_0, *l'intégrale* $x = x_0$, $t = 0$; 3° *Si* x_0 *est un point essentiel de* $y(x)$, $z(x)$, *en tout point* x *voisin de* x_0 *on a : soit* $|S_1(x,y,z)| < \varepsilon$, *soit, à la fois,* $\left|\frac{1}{y}\right|$ *et* $\left|\frac{1}{z}\right| < \varepsilon$.

» Une première conséquence de ces généralités, mais dont la démonstration est trop compliquée pour trouver place ici, c'est que, *dans aucun cas, une intégrale* $y(x)$, *qui est uniforme ou à* n *valeurs à l'intérieur d'une certaine aire, ne présente, dans cette aire, de ligne singulière.*

» Quand les conditions énoncées ne sont pas remplies, l'intégrale de (1) ne peut admettre de points essentiels en dehors des points *fixes* $x = \xi$, pour lesquels une valeur de y'' est *infinie* quels que soient y, y'. Si l'intégrale $y(x)$ de (1) ne prend que n valeurs autour des points critiques mobiles, elle n'admet, en dehors des points ξ, que des singularités *algébriques;* elle est algébrique quand il n'existe pas de points ξ.

» Si $n = 1$, si l'équation a ses points critiques fixes, les conditions énoncées sont *toujours* vérifiées, car elles rentrent dans les conditions pour que l'intégrale soit à apparence uniforme en dehors des points critiques fixes. C'est là un fait remarquable qui a son analogue dans le cas du premier ordre. Mais les conditions I et II du théorème A (ou A') sont loin d'être *suffisantes* pour qu'il existe des points essentiels mobiles. En étudiant les valeurs x_0, y_0, z_0 qui annulent $S_1(x,y,z)$, on est amené à distinguer deux cas suivant qu'on peut ou non substituer à y, z des variables y_1, z_1 telles

que, pour les valeurs x_0, y_1^0, z_1^0 (qui font égales à y_0, z_0 les fonctions y, z de x, y_1 z_1), les nouvelles équations soient *régulières*. Dans le premier cas, nous dirons que la condition I n'est remplie qu'*en apparence;* dans le second cas, qu'elle est vérifiée *intrinsèquement*. Les mêmes observations s'appliquent à la condition II (ainsi qu'aux points ξ). *Pour qu'il existe des points essentiels mobiles, il faut que les conditions* I *et* II *soient toutes deux vérifiées* intrinsèquement.

» Les équations (1) se trouvent ainsi divisées en deux *classes :* une classe *générale* et une classe *singulière,* cette dernière formée de toutes les équations qui satisfont *intrinsèquement* à chacune des conditions I et II.

» Plaçons-nous désormais dans l'hypothèse où l'intégrale ne prendrait qu'un nombre fini de valeurs autour des points critiques mobiles. Si l'équation (1) est de la classe *générale,* l'intégrale $y(x)$ a ses points essentiels fixes; bien plus, on établit que $y(x)$ dépend *algébriquement* des constantes y_0, y'_0. D'où, en se reportant à ma dernière Communication, ce théorème : *Étant donnée une équation* (1) *de la classe générale, on sait reconnaître si son intégrale ne prend qu'un nombre donné n de valeurs autour des points critiques mobiles : l'équation s'intègre alors algébriquement ou par quadratures, ou se ramène à une équation linéaire du troisième ordre.*

» Si l'équation (1) est de la classe *singulière,* l'intégrale $y(x)$ n'a pas nécessairement de points essentiels *mobiles,* mais *c'est, dans tous les cas, une fonction* TRANSCENDANTE *des constantes* y_0, y'_0. J'étudierai dans une autre Communication les équations de cette classe.

» Les considérations précédentes s'appliquent aussi bien aux équations (1) algébriques en y'', y', y, mais où x figure d'une façon quelconque. Elles s'étendent aussi aux équations *d'ordre quelconque :* un système algébrique de k équations du premier ordre portant sur les fonctions $y_1, y_2, \ldots, y_k$ de *x n'admet pas en général de points essentiels mobiles*. Il faut que certaines conditions analogues aux conditions I et II soient vérifiées intrinsèquement. Mais si d'importants résultats subsistent quel que soit l'ordre de l'équation, des complications toutes nouvelles surgissent dès le troisième ordre. C'est ainsi que l'intégrale d'une équation du troisième ordre peut, comme on le sait, être uniforme et présenter *des lignes singulières mobiles;* l'intégrale, dans ce cas, est nécessairement *indéterminée* dans le voisinage de ces lignes.

» J'ajoute que la méthode s'applique partiellement à l'étude des systèmes d'équations *où les variables sont exclusivement réelles*. J'ai dû être très bref dans l'exposé de ces généralités qui me semblent de nature à jeter

quelque lumière sur un sujet encore bien obscur. J'indiquerai prochainement quelques conséquences plus précises de ces théorèmes généraux. »

Remarque sur la Communication précédente; par M. É. **Picard.**

« La grande importance de la Note de M. Painlevé n'échappera à aucun analyste. J'avais depuis longtemps appelé l'attention sur les singularités essentielles mobiles de certaines équations d'ordre supérieur au premier; récemment encore dans une Lettre écrite, il y a six mois, à M. Mittag-Leffler et qui va paraître dans le prochain cahier des *Acta mathematica,* je faisais la distinction entre les points que M. Painlevé appelle *transcendants* et les points *essentiels.* Sans avoir approfondi la question, je présumais que les équations différentielles algébriques du second ordre avaient, *en général,* des points singuliers essentiels mobiles : cette présomption n'était pas juste. On vient de voir dans l'article de M. Painlevé qu'il y a seulement une classe singulière d'équations pouvant avoir des singularités essentielles mobiles. A la vérité, cette classe comprend toutes les équations qui ont fait l'objet de mes recherches, c'est-à-dire les équations dont l'intégrale, d'après ma terminologie, est *à apparence uniforme* et celles qui *ont l'apparence d'équations à points critiques fixes.* De ces dernières, je donne comme exemple, dans la Lettre citée, l'équation

$$\frac{d^2y}{dx^2} + P\frac{dy}{dx} + Qy^3 + Ry^2 + Sy + T = 0,$$

où les coefficients P, Q, R, S, T sont des fonctions de x, et j'indique les conditions auxquelles doivent satisfaire ces coefficients pour que l'équation ait l'apparence d'une équation à points critiques fixes.

» J'espère que les recherches ultérieures de M. Painlevé apporteront bientôt quelque lumière sur la classe singulière d'équations, si importante pour la définition de transcendantes nouvelles. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales uniformes des équations linéaires.* Note de M. **Helge von Koch**, présentée par M. Poincaré.

« Soit

$$(1) \qquad \frac{d^ny}{dx^n} + P_1\frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}} + P_2\frac{d^{n-2}y}{dx^{n-2}} + \ldots + P_ny = 0$$

une équation linéaire ayant pour coefficients des fonctions de x analytiques et uniformes dans tout le plan. Supposons que ces fonctions aient, outre le point $x=\infty$, un nombre limité de points singuliers : $a_1, a_2, \ldots, a_q$; d'après un théorème bien connu, les P seront alors de la forme

$$(2) \qquad P_\nu = H_\nu(x) + \sum_{\mu=1}^{q} H_{\nu\mu}\left(\frac{1}{x-a_\mu}\right),$$

les H désignant des fonctions entières de leurs arguments respectifs. Un problème fondamental dans l'étude de l'équation (1) consiste à déterminer les conditions pour que cette équation admette des intégrales uniformes *dans toute l'étendue du plan*, et, si de telles intégrales existent, à en obtenir la représentation analytique dans tout le plan. Comme on sait, ce problème n'a été traité jusqu'ici, même en supposant les coefficients rationnels, que dans des cas particuliers. Grâce à la théorie des déterminants infinis on pourra le résoudre dans toute sa généralité.

» En effet, si l'on considère d'abord le cas de $q=1$, le problème se confond avec un problème plus simple, celui de la détermination des conditions pour qu'il y ait des intégrales uniformes *dans le voisinage d'un point donné*, problème dont on trouve la solution dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 16 janvier 1893). Dans le cas général, si (1) admet une intégrale φ uniforme dans tout le plan, cette intégrale sera nécessairement de la forme

$$(3) \qquad \varphi = G(x) + \sum_{\mu=1}^{q} G_\mu\left(\frac{1}{x-a_\mu}\right),$$

les G désignant des fonctions entières. Si l'on porte cette expression dans l'équation (1), son premier membre devient une fonction Φ de même forme dont les coefficients dépendent linéairement de ceux des G. Dire que φ est une intégrale de (1), cela revient à dire que Φ s'annule identiquement. On se trouve donc, pour la détermination des coefficients inconnus, en présence d'un certain système S, généralement infini, d'équations linéaires et homogènes. On peut s'arranger de façon que le déterminant Δ de ce système soit convergent (dans le sens donné à ce mot dans ma Note du 30 janvier; si $P_1 \equiv 0$, Δ sera convergent en vertu du critère de M. Poincaré; si $P_1 \gtrless 0$, en vertu de celui que j'ai donné dans cette Note). Dès lors, il suffit de faire un raisonnement analogue à celui employé dans mon Mémoire (*Acta mathematica*, t. XVI). L'existence de l'intégrale φ

s'exprime par la seule condition : $\Delta = 0$. Pour qu'il y ait un nombre donné $\beta\,(\beta \leqq n)$ d'intégrales uniformes dans tout le plan, il faut et il suffit que Δ, de même que tous ses mineurs d'ordre $1, 2, \ldots, \beta - 1$ soient nuls, ce qui s'exprime par un nombre fini de relations entre les paramètres; dès que ces relations seront vérifiées, la représentation analytique sous la forme (3) des intégrales uniformes correspondantes s'obtiendra immédiatement. Il ne reste donc qu'à étudier ces relations au point de vue de la théorie des fonctions. Je me borne ici à énoncer les résultats pour le cas où les P sont *rationnels*. Dans ce cas, les H figurant dans (2) sont des polynômes; désignons par A l'ensemble de leurs coefficients et posons, pour abréger, $\frac{1}{a_i - a_k} = b_{ik}$.

» *On peut toujours, par un nombre fini d'opérations arithmétiques, déterminer* $n + 1$ *entiers :* $\mu, \sigma_1, \sigma_2, \ldots, \sigma_n$ *vérifiant les conditions*

$$1 = \sigma_1 < \sigma_2 < \ldots < \sigma_n = \mu,$$

et μ *fonctions entières, à coefficients réels, des* A, a, b : $L_\nu(A, a, b)$ *de telle manière que les relations*

$$L_1(A, a, b) = 0, \qquad L_2(A, a, b) = 0, \qquad \ldots, \qquad L_{\sigma_\beta}(A, a, b) = 0$$

expriment les conditions nécessaires et suffisantes pour que l'équation (1) *admette* $\beta\,(\beta \leqq n)$ *intégrales uniformes dans tout le plan.*

» Supposons ces relations vérifiées de sorte qu'il y ait effectivement β intégrales uniformes φ. Outre $x = \infty$, les a_ν sont les seuls points singuliers que peuvent avoir les φ; ces points sont-ils des pôles ou des points singuliers essentiels?

» Pour répondre à cette question, désignons par $f_\nu(\rho) = 0$ l'équation déterminante de M. Thomé, relative à $x = a_\nu$; pour que les a_ν ne soient que des pôles pour les φ, il faut d'abord que chacune des équations $f_\nu(\rho) = 0$ soit vérifiée par *un* nombre entier au moins. Supposons que cela ait lieu et désignons par l_ν le plus petit entier vérifiant $f_\nu(\rho) = 0$. Si $l_\nu \geqq 0$ nous poserons, dans (3), $G_\nu \equiv 0$; si $l_\nu < 0$, nous prendrons pour $G_\nu\left(\frac{1}{x - a_\nu}\right)$ un polynôme en $\frac{1}{x - a_\nu}$ de degré $- l_\nu$. Par là, notre système S se réduira à une autre forme; mais, en l'étudiant de plus près, on arrivera à des conditions de même nature que dans le théorème énoncé plus haut. On peut donc toujours trouver les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'il y ait β intégrales méromorphes dans tout le plan.

» Il peut arriver que les relations ainsi obtenues se réduisent à des identités. Prenons, par exemple, le cas où le plus petit dénominateur commun aux P_ν est de degré $p < n$. Les nombres l_ν sont alors tous nuls, de sorte que les intégrales méromorphes, si elles existent, sont nécessairement holomorphes dans tout le plan. Or les relations exprimant l'existence de $n-p$ telles intégrales se réduisent à des identités. Donc, l'équation considérée admet toujours $n-p$ intégrales holomorphes dans tout le plan, résultat qui, comme on sait, a été trouvé par M. Poincaré par une autre méthode (*Amer. J. of Math.*, t. VII).

» Si l'on se demande enfin dans quels cas l'équation (1) peut avoir des intégrales *rationnelles*, le système S se réduira à un nombre fini d'équations entre un nombre fini d'inconnus; les conditions cherchées sont algébriques par rapport aux paramètres et l'on retombe sur des résultats déjà connus.

» La méthode esquissée dans cette Note s'applique à des problèmes plus généraux, tels, par exemple, que le suivant : Soit (1) une équation linéaire quelconque; soit C un *continuum* quelconque dans le plan des x, à l'intérieur duquel les P sont analytiques et uniformes et admettent un nombre limité de points singuliers (a); soit enfin $((a))$ un ensemble quelconque de points appartenant à (a) : déterminer les conditions nécessaires et suffisantes pour que (1) admette β intégrales uniformes dans C, ayant les $((a))$ pour pôles ou points ordinaires et les autres (a) pour seuls points singuliers essentiels; si ces intégrales existent, trouver, pour tout le domaine C, leur représentation analytique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Généralisation de la série de Lagrange.* Note de M. **E. Amigues.**

« M. Picard a démontré, dans son *Traité d'Analyse* (t. II, p. 262), que les équations

$$f(z) - \alpha\,\varphi(z) = 0,$$
$$f(z) = 0$$

ont le même nombre de racines dans un contour fermé simple, si les fonctions $f(z)$ et $\varphi(z)$ sont holomorphes dans son intérieur et si l'on a le long de son périmètre

$$\left|\frac{\alpha\,\varphi(z)}{f(z)}\right| < 1.$$

» On peut compléter ce résultat par le théorème suivant :

» Théorème. — *a', b', c', ... étant les p racines de la première équation situées dans le contour et a, b, c, ..., les p racines de la seconde situées dans le même contour, on a, pour toute fonction* $F(z)$ *holomorphe dans le contour,*

$$\sum F(a') = \sum F(a) + \sum_{n=1}^{n=+\infty} \frac{\alpha^n}{n!} \sum \frac{d^{n-1}}{da^{n-1}} \frac{F'(a)\varphi(a)^n}{f'(a)^n}.$$

Pour $p = 1$, on a une série analogue à celle de Lagrange.

» *Pour $f(z) \equiv z - a$, on a nécessairement $p = 1$, et la formule se réduit à celle de Lagrange.*

» Une division donne l'identité suivante :

$$\frac{1}{f(z) - \alpha\varphi(z)} = \frac{1}{f(z)} + \frac{\alpha\varphi(z)}{f(z)^2} + \ldots + \frac{\alpha^{n-1}\varphi(z)^{n-1}}{f(z)^n} + \frac{\alpha^n\varphi(z)^n}{f(z)^n}\frac{1}{f(z) - \alpha\varphi(z)}.$$

» Multipliant les deux membres par $[f'(z) - \alpha\varphi'(z)]F(z)$ et ordonnant le second membre en α, sauf le terme complémentaire, on obtient

$$\begin{aligned} F(z)\frac{f'(z) - \alpha\varphi'(z)}{f(z) - \alpha\varphi(z)} &= F(z)\frac{f'(z)}{f(z)} - \alpha F(z)\frac{d}{dz}\frac{\varphi(z)}{f(z)} - \ldots \\ &- \alpha^{n-1}F(z)\frac{d}{dz}\left[\frac{\varphi(z)}{f(z)}\right]^{n-1} - \alpha^n F(z)\left[\frac{\varphi(z)}{f(z)}\right]^{n-1}\frac{\varphi'(z)}{f(z)} \\ &+ \alpha^n F(z)\left[\frac{\varphi(z)}{f(z)}\right]^n \frac{f'(z) - \alpha\varphi'(z)}{f(z) - \alpha\varphi(z)}. \end{aligned}$$

» Multipliant par dz et intégrant le long du contour dans le sens direct, on a

$$2\pi i \sum F(a') = 2\pi i \sum F(a) - \sum_{q=1}^{q=n-1} \alpha^q \int F(z)\frac{d}{dz}\left[\frac{\varphi(z)}{f(z)}\right]^q dz + R_n + S_n.$$

» On voit de suite que si l'on fait croître n au delà de toute limite, R_n et S_n tendent vers zéro, parce que

$$\left|\frac{\alpha\varphi(z)}{f(z)}\right| < 1.$$

» Reste à transformer le coefficient de α^q. Il est naturel d'intégrer par parties, parce que la portion intégrée, étant uniforme, donne un résultat

nul le long du contour. On a donc

$$\int F(z)\frac{d}{dz}\left[\frac{\varphi(z)}{f(z)}\right]^q dz = -\int F'(z)\left[\frac{\varphi(z)}{f(z)}\right]^q dz.$$

» Pour évaluer l'intégrale du second membre, prenons un des zéros de la fonction $f(z)$, a, par exemple, et intégrons le long d'un cercle C très petit et de centre a. Soit

$$f(z) = (z-a)\lambda(z).$$

» On a

$$\int_C \frac{F'(z)\varphi(z)^q}{\lambda(z)^q}\frac{dz}{(z-a)^q} = 2\pi i \frac{1}{q-1\,!}\frac{d^{q-1}}{da^{q-1}}\frac{F'(a)\varphi(a)^q}{\lambda(a)^q}$$
$$= 2\pi i \frac{1}{q-1\,!}\frac{d^{q-1}}{da^{q-1}}\frac{F'(a)\varphi(a)^q}{\lambda(a)^q}.$$

Les autres zéros donneront des résultats analogues.

» Le théorème est donc démontré. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Du rôle des chemises de vapeur dans les machines à expansion multiple.* Note de M. **A. Witz**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« L'efficacité des chemises de vapeur entourant les cylindres est discutable dans les machines à double ou triple expansion, et leur utilité a été mise en doute : plusieurs constructeurs distingués, qui se garderaient bien de priver d'enveloppes complètes les cylindres des machines simples, se sont décidés à supprimer en tout ou en partie cet accessoire dont les services ne justifieraient, à leur avis, ni le prix, ni la dépense, dans les machines compound; le plus grand nombre, il est vrai, a repoussé cette thèse et n'a point suivi leur exemple. Nous n'avons pas à faire ressortir le grand intérêt théorique et pratique de ce problème de Mécanique appliquée, qui nous a paru mériter une étude toute spéciale.

» *A priori,* il est évident qu'une enveloppe de vapeur est moins utile, nous allions dire moins nécessaire, dans les compound que dans les machines monocylindriques; en effet, l'enveloppe a la fonction de conjurer l'action nuisible des parois; elle perd donc son importance quand cette action est réduite au minimum, comme il arrive dans toutes les machines à détente multiple. Que l'on alimente ces moteurs de vapeur sèche, que l'on fasse une détente modérée dans chaque cylindre, que l'on marche à

grande vitesse, et l'on constatera que la condensation à l'admission est très faible dans les cylindres qui ne voient pas le condenseur; les receivers, dans lesquels la vapeur ne se détend pas, ne donnent non plus lieu à une condensation notable; une enveloppe de protection paraît donc suffire à ces organes, sans qu'il soit nécessaire de recourir à l'enveloppe de réchauffement. Reste le dernier cylindre; là, assurément, l'enveloppe de vapeur augmentera le travail de la détente en vaporisant l'eau déposée sur la paroi, et elle diminuera par suite la quantité d'eau présente dans le cylindre à la fin de la course; de ce chef, elle tendra à réduire la perte au condenseur et elle donnera un bénéfice incontestable. Mais ce bénéfice ne sera-t-il pas compensé par la perte qui résulte de ce que l'enveloppe de vapeur fournit encore du calorique pendant l'échappement, c'est-à-dire à un moment inopportun, en réchauffant le condenseur et en nuisant au vide? On atténue cet inconvénient en faisant circuler autour de ce dernier cylindre non pas de la vapeur vive à la tension des chaudières, mais de la vapeur détendue ou bien la vapeur provenant du receiver qui alimente ce cylindre; cela paraît rationnel, mais ne faut-il pas se défier des raisons trop simples dans une question aussi complexe? En somme, les avantages des chemises de vapeur sont discutables dans l'espèce et il convient de ne pas oublier l'axiome magistral formulé par Hirn : « Une théorie correcte ne peut être » établie qu'*a posteriori*, c'est-à-dire après l'étude expérimentale de chaque » système de machine ».

» L'expérience seule donnera donc la solution du problème.

» Nous avons entrepris une série de huit essais sur une excellente machine compound, du système Dujardin, que MM. J. Thiriez père et fils, de Lille, ont eu l'obligeance de mettre à notre disposition; ces essais, qui ont duré chacun douze heures, ont été conduits avec les plus minutieuses précautions et une rigueur vraiment scientifique. Nous avons recueilli toutes les données nécessaires pour atteindre notre but, qui était de chercher à reconnaître et à analyser l'action des enveloppes dans les deux cylindres et le receiver.

» Les constantes de la machine étaient les suivantes :

	Diamètre.	Course.	Volume.	Rapport des volumes.
	cm	m	lit	
Petit cylindre	66	1,35	446,591	1,000
Grand cylindre	115	1,35	1386,964	3,106
Receiver	»	»	1366,000	3,060

» La vitesse de régime de la machine était de 64 tours et sa puissance nominale était estimée à 625 chevaux au $\frac{1}{11}$ d'admission, avec condensation.

» La vapeur, fournie par les chaudières à une pression de $6^{kg},2$, sortait parfaite-

ment sèche des générateurs, mais elle arrivait aux cylindres chargée de 4,6 pour 100 d'eau de condensation formée dans les conduites. Ces conditions sont restées les mêmes dans nos essais ainsi que la température du condensateur, etc., de sorte que nos résultats sont absolument comparables.

» Or, voici quelques résultats extraits de notre cahier d'expériences : nous appelons enveloppes I, II et R les enveloppes du petit, du grand cylindre et du receiver.

	Toutes les enveloppes chauffées.	Enveloppes I et II chauffées.	Enveloppes I et R chauffées.	Enveloppe R seule chauffée.	Aucune enveloppe chauffée.
Travail indiqué total en chevaux	547,834	552,618	543,704	556,618	550,276
Consommation de vapeur humide par cheval-heure indiqué	6^{kg},302	6^{kg},181	6^{kg},450	6^{kg},614	6^{kg},547
Idem, après déduction des calories retournées aux chaudières par les purges	6^{kg},107	6^{kg},097	6^{kg},286	6^{kg},461	6^{kg},547
Idem, purges déduites	5^{kg},540	5^{kg},852	5^{kg},805	6^{kg},013	6^{kg},547
Admission au petit cylindre	0,181	0,193	0,188	0,189	0,207
Condensation à l'admission	14 %	14 %	15 %	18 %	17 %
Phénomène observé dans la détente	Év. = 3,2 %	Év. = 10 %	Év. = 1,1 %	Cond. = 1,6 %	Cond. = 7,1 %
Valeur de γ dans la formule pv^γ = const.	0,98	1,01	1,03	1,03	1,04

» Il ressort de ce Tableau d'importantes conclusions :

» 1° Les condensations à l'admission au petit cylindre sont beaucoup moindres dans notre compound que dans une machine monocylindrique; conséquemment, l'évaporation est moindre aussi pendant la détente, et nous arrivons même à observer une condensation quand les enveloppes ne sont plus chauffées. Les valeurs moyennes de γ diffèrent peu de l'unité dans tous les cas : les enveloppes fonctionnant, la courbe de détente est supérieure à l'hyperbole équilatère, tandis qu'elle se trouve au-dessous d'elle, quand on ne les chauffe plus. L'efficacité des enveloppes est démontrée, mais cette influence est peu considérable.

» 2° Si nous comparons la consommation de vapeur du premier essai et celle du dernier, nous voyons qu'elle passe de 6^{kg},302 à 6^{kg},547; l'augmentation est de 3,7 pour 100. Cet écart est beaucoup moindre que dans les machines monocylindriques; notre précédente conclusion est donc confirmée de ce chef, et nous voyons que le bénéfice résultant de l'emploi des chemises de vapeur est réel, mais peu important.

» 3° C'est en supprimant la chemise du receiver que nous avons obtenu

le meilleur rendement. L'avantage est minime, quand on réintègre à la chaudière les calories des eaux de purge; mais, au point de vue industriel, un organe inutile est condamné, et la pratique des constructeurs, qui n'enveloppent point de vapeur leurs receivers, est pleinement justifiée.

» 4° La consommation de $6^{kg},547$, relevée dans un moteur privé de ses enveloppes de vapeur, est remarquable en valeur absolue, et ce beau résultat fait bien ressortir la supériorité des machines compound. Toutes les enveloppes étant échauffées, la consommation s'abaisse à $6^{kg},100$ environ, avec réutilisation des purges; les machines à triple expansion peuvent seules donner un meilleur rendement. »

BALISTIQUE. — *Stéréocollimateur à lecture directe.* Note de M. **de Place**, présentée par M. Mascart.

« Le stéréocollimateur à lecture directe est un instrument qui remplace la hausse et le niveau pour le pointage des pièces de canon. Il se compose d'un collimateur qui sert tout à la fois de viseur vers le but et de loupe pour lire une triple échelle microphotographique renfermée dans un limbe en cristal épais. Le pointeur, tout en visant, lit distinctement la distance, l'angle à donner à la pièce et l'évent à déboucher pour faire éclater l'obus à une distance donnée. La dérive est donnée automatiquement. Un niveau à bulle d'air, surmontant le collimateur, fait de cet instrument le plus simple des niveaux. Cette nouvelle méthode de visée et de lecture combinées est applicable à une très grande quantité d'instruments de géodésie, de topographie, de nivellement. »

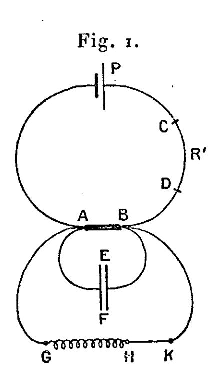
ÉLECTRICITÉ. — *Hystérésis et viscosité diélectrique du mica pour des oscillations rapides.* Note de M. **P. Janet**, présentée par M. Lippmann.

« L'analogie bien connue des substances diélectriques et magnétiques conduit tout naturellement à étendre aux premières les propriétés, mieux étudiées, des secondes. Or les plus grands progrès réalisés ces dernières années dans la science du magnétisme ont consisté dans l'introduction, due à Ewing, des notions fécondes d'hystérésis et de viscosité magnétiques; ce sont ces notions que nous tentons aujourd'hui d'étendre aux diélectriques, et en particulier au mica.

» Déjà M. Bouty a établi, avec la plus grande netteté [1], l'existence d'une polarisation diélectrique résiduelle dans le mica, et a expliqué ainsi les phénomènes antérieurement compris sous le nom vague d'*absorption électrique*. Il restait à obtenir de véritables cycles d'hystérésis et à comparer la forme de ces courbes aux courbes bien connues de Warburg et d'Ewing. Ce sont de tels cycles que j'ai obtenus dans le cas d'oscillations rapides.

» Je rappelle brièvement la méthode employée pour produire ces oscillations [2]. Les lettres ayant la même signification que dans une précédente Communication au temps o, on rompt brusquement le court-circuit AB, et l'on étudie, en fonction du temps, les différences de potentiel

Fig. 1.



$e_1 = ky_1$, $e_2 = ky_2$ qui existent 1° entre G et H; 2° entre H et K. y_1 et y_2 sont les impulsions, directement observées, du galvanomètre [3]; k est une constante qu'il est inutile de connaître. Supposons que les résistances GH, HK soient égales à r, de sorte que $2r = R$.

» Partons de ces données pour évaluer à chaque instant : 1° la différence de potentiel V qui existe entre les deux armatures du condensateur C; 2° la charge Q de ce condensateur. En l'absence de tout phénomène d'hystérésis ou de viscosité, le rapport $\frac{Q}{V}$ devrait être constant et représenterait la capacité du condensateur; nous aurons à rechercher s'il en est ainsi.

---

(1) *Journal de Physique*, 2e série, t. IX, p. 294.

(2) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 875.

(3) Pour la commodité de l'expérience on emploie, pour étudier e_1, une force électromotrice six fois plus faible que pour e_2; y_1 représente, dans ce qui suit, les impulsions observées, multipliées par 6.

» On a

$$V = e_1 + e_2 = k(y_1 + y_2).$$

» 2° Appelons I l'intensité dans la branche PB, i l'intensité dans la branche BKGA, i' dans la branche BEF. On a

$$i' = I - i,$$
$$I = \frac{E - V}{R'} = \frac{E}{R'} - \frac{V}{R'}.$$

» Appelons I_0 l'intensité finale qui règne dans le circuit PBKGAP lorsque le régime permanent est établi, et soit y_0 l'impulsion au galvanomètre due à la différence de potentiel qui existe alors entre H et K. On a

$$\frac{E}{R'} = I_0\left(1 + \frac{R}{R'}\right) = \frac{k}{r} y_0 \left(1 + \frac{R}{R'}\right).$$

» D'autre part

$$\frac{V}{R'} = \frac{k}{R'}(y_1 + y_2).$$
$$I = \frac{k}{r}\left(1 + \frac{R}{R'}\right) y_0 - \frac{k}{R'}(y_1 + y_2).$$

» D'ailleurs

$$i = \frac{k}{r} y_2.$$

» Par suite

$$i' = \frac{k}{r}\left(1 + \frac{R}{R'}\right) y_0 - \frac{k}{R'}(y_1 + y_2) - \frac{k}{r} y_2$$
$$= \frac{k}{rR}[(R + R')y_0 - r y_1 - (R' + r) y_2].$$

y_0 est une constante connue; y_1 et y_2 sont donnés par l'expérience en fonction de la division x du micromètre, x étant proportionnel au temps.

» Construisons une courbe ayant pour abscisse x et pour ordonnée la fonction connue de x

$$u = (R + R')y_0 - r y_1 - (R' + r) y_2.$$

» Mesurons, sur le papier quadrillé, les aires q de cette courbe à partir de l'origine

$$q = \int_0^x u\,dx;$$

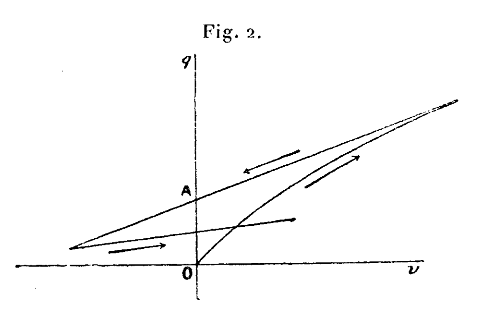
q est ainsi connu en fonction de x.

» Posons, d'autre part,

$$v = y_1 + y_2.$$

» Enfin, construisons une seconde courbe en prenant pour abscisse v et pour ordonnée q. Si nous observons que v et q représentent, en unités arbitraires, les valeurs simultanées des différences de potentiel et des charges du condensateur, nous voyons que si, pendant la période variable, le condensateur présentait une capacité constante, cette courbe serait simplement une ligne droite passant par l'origine. Or, si l'on effectue la série de calculs indiqués, on trouve qu'il n'en est rien. La courbe présente très nettement la forme suivante (*fig.* 2).

Fig. 2.



» Il est à remarquer que tous ces résultats sont obtenus sans aucune hypothèse : les seules lois dont nous nous sommes servi dans nos calculs sont la première loi de Kirchhoff et la loi d'Ohm : nous n'avons même pas eu besoin d'avoir recours aux lois de l'induction.

» On reconnaît immédiatement sur cette courbe une sorte de cycle d'hystérésis analogue à ceux d'Ewing [1], et l'on voit, conformément à ce que j'avais annoncé dans une précédente Communication [2], que, dans un condensateur soumis à des oscillations rapides, les charges sont moins grandes, à différences de potentiel égales, pour les potentiels croissants que pour les potentiels décroissants. Ce retard peut être attribué soit à une hystérésis, soit à une viscosité du diélectrique, soit à ces deux causes réunies; remarquons, en effet, qu'il faudrait un cycle infiniment lent pour isoler les effets de l'hystérésis pure et que, surtout ici où il s'agit de phénomènes durant en tout quelques dix-millièmes de seconde, les effets de la viscosité (si elle existe) peuvent devenir prépondérants. En OA, on re-

(1) Je me propose d'ailleurs d'étudier, par un procédé analogue, les cycles d'hystérésis magnétique d'un fer soumis aux mêmes oscillations.

(2) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 1286.

connaît une charge résiduelle due à une polarisation résiduelle analogue à celle qu'à observée M. Bouty.

» Ainsi, dans le cas des oscillations électriques produites par un condensateur à diélectrique solide (*mica*), il y a un retard des charges sur les différences de potentiel. Ce simple fait enlève toute signification au mot *capacité* pendant la période variable, et il serait illusoire de chercher à vérifier dans ce cas la théorie élémentaire des oscillations; le seul genre de vérification que l'on puisse chercher doit être indépendant de la notion de capacité : c'est une vérification de ce genre que j'ai présentée dans une précédente Communication ([1]); il serait intéressant néanmoins de tracer sur l'épure précédente la droite qui représenterait la capacité *nominale* du condensateur, et de voir quelle relation de position existe entre cette droite et la courbe cyclique; c'est un point auquel je me propose de revenir; d'ailleurs il reste beaucoup à étudier dans ce phénomène, dont je me borne aujourd'hui à signaler l'existence. »

OPTIQUE. — *Champ optique, champ visuel absolu et relatif de l'œil humain.* Note de M. **C.-J.-A. Leroy**, présentée par M. Mascart.

« Négligeant la petite différence des indices de l'humeur aqueuse et de la cornée, désignons par C l'ouverture du champ optique dans l'air, α l'inclinaison sur l'axe des rayons limites dans l'humeur aqueuse, i et r les angles d'incidence et de réfraction. On a, en général,

$$C = 2(i - r + \alpha).$$

» Le champ est maximum quand α et i atteignent chacun 90°. Or cette double condition est sensiblement réalisée dans l'œil humain, car à la limite la pupille prend l'aspect d'une fente linéaire et, de plus, l'image aérienne de cette fente est vue suivant la direction d'une ligne sensiblement tangente à la cornée. D'où cette première proposition : *Le champ optique de l'œil est un maximum.*

» Cette propriété permet de le calculer *a priori*, car alors

$$C = 180° + 2 \operatorname{arc} \sin \frac{1}{n}; \tag{1}$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 1286.

n, indice de la cornée étant égal à 1,377, on trouve

(2) $$C = 266^\circ 52'.$$

» D'autre part, si, à l'aide de l'ophtalmoscope, je projette une lumière suffisamment intense dans l'œil de l'observé, je constate que ce dernier accuse une perception lumineuse tant que j'aperçois sa pupille et même un peu au-delà du point où je cesse d'en avoir la nette perception. Donc *les limites du champ visuel sont celles du champ optique.*

» L'expérience vérifie ces déductions. Par exemple, les mesures effectuées sur l'œil gauche du Dr Meurer et sur le mien ont donné identiquement les résultats suivants :

Côté temporal	125°
Côté nasal	115
Total	240

» Au delà de ces limites, qui correspondent à une perception lumineuse franche, s'étend en outre une zone de 10° à 15° dans laquelle la perception existe encore, mais plus confuse. En ajoutant donc de 20° à 30° au total précédent, nous obtenons une valeur de 260° à 270°, qui ne diffère pas du nombre calculé *a priori*, 267°.

» Dans cette expérience, l'intensité de la source a une importance capitale; la lumière d'un bec de gaz muni d'un verre dépoli a suffi pour atteindre les limites temporales; mais, pour la limite nasale, il a fallu recourir à la lumière solaire directe, ce qui se fait sans inconvénient, la somme de lumière qui pénètre dans l'œil étant alors très faible.

» Les propositions énoncées sont donc vérifiées; or, de ce que, en raison de la propriété du maximum, le champ optique et, par suite, le champ visuel, ne dépend que de n, il résulte ce corollaire : *Le champ visuel humain a la même étendue chez tous les sujets.* C'est pourquoi les résultats ont été identiques pour l'œil du Dr Meurer, emmétrope, et pour le mien, myope de 6 D.

» En ce qui concerne les couleurs, nous avons vérifié que, pour le rouge (lumière transmise par un verre rouge), l'étendue est encore la même; avec un verre violet, au contraire, les limites étaient très inférieures, mais l'intensité était si faible que l'observateur ne voyait même pas la pupille. D'ailleurs, nous avons constaté que le ton de la lumière rouge, jaune (gaz) et blanche (nuées) était perçu jusqu'à la dernière limite. Or, si, à la limite, la rétine était insensible pour les couleurs froides,

le ton de la lumière blanche devrait virer au rouge, ce qui n'a pas lieu. Donc, *l'étendue du champ visuel est la même pour toutes les couleurs, et elle mesure en nombre rond les trois quarts de la sphère.*

» Cette étendue dépasse de beaucoup les limites des plus grands champs visuels qui aient été constatés et dont le maximum est évalué généralement à une demi-sphère seulement. Cet écart tient à ce que les observateurs ont employé des sources toujours insuffisantes. Pour prévenir toute confusion, je propose de nommer *champ visuel absolu* le champ dont je viens de faire connaître les propriétés, le nom de *champ visuel relatif* pouvant s'appliquer à tous les champs visuels (tels que ceux qu'on a déterminés jusqu'alors) qu'on obtient en employant des sources d'une intensité inférieure à celle qui est nécessaire pour atteindre le champ absolu.

» Le diamètre de l'ouverture pupillaire étant sans influence sur le champ optique, si, comme on l'a bien des fois constaté, un agrandissement pupillaire entraîne un accroissement de l'étendue du champ visuel relatif, cela tient non pas, comme on l'admet universellement, à ce que certaines régions du champ optique se trouvent démasquées, mais à ce que l'intensité de l'image rétineuse augmente.

» La question du champ visuel est profondément modifiée et définitivement résolue par cette Note en ce qui concerne son étendue maxima; quant à celle du champ relatif, j'ai des raisons de croire qu'elle est appelée à subir des modifications plus importantes qu'on ne pourrait le supposer, surtout au point de vue de l'étude de la sensibilité rétinienne. »

OPTIQUE. — *Sur l'achromatisme des franges d'interférences semi-circulaires.* Note de M. **G. Meslin**, présentée par M. Mascart.

« Dans une précédente Communication [1] j'ai indiqué comment on pouvait obtenir ces franges avec les demi-lentilles de Billet et montré que les points correspondants à des retards égaux se trouvaient sur des ellipsoïdes ou des hyperboloïdes suivant la région de l'espace considéré.

» Le retard était exprimé, dans le cas général, par

$$\delta = \mathrm{MP} \pm \mathrm{MP}' + \varphi - \varphi';$$

sur la droite PP' il est exprimé par

$$\mathrm{PP}' + \varphi - \varphi';$$

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 6 février 1893.

il est différent de zéro dans le cas général et dépend de la couleur par chacun de ses trois termes ; il varie donc, pour les différentes radiations, non seulement au point de vue des longueurs d'ondes qu'il représente, mais encore en valeur absolue ; en appelant ε l'angle des deux axes SC et SC′, ce retard s'écrit

$$\sqrt{(\varphi' - \varphi)^2 - 4\varphi\varphi' \sin^2\frac{\alpha}{2}} + \varphi - \varphi',$$

expression qui s'annule avec α, quelle que soit la couleur.

» Pareillement, la surface sur laquelle le retard est nul est définie par l'équation

$$\mathrm{MP} \pm \mathrm{MP}' + \varphi - \varphi' = 0\,;$$

elle varie avec la radiation considérée ; les anneaux de retard nul ne coïncident donc pas entre eux, et l'on conçoit la production d'un anneau achromatique pour lequel la quantité précédente présentera une variation minimum ; cet anneau est facile à apercevoir en se plaçant entre la dernière lentille et le premier point de convergence.

» Lorsque la symétrie de l'appareil est réalisée, on avait, pour le rayon de l'anneau d'ordre k,

$$y = \sqrt{\frac{k\lambda}{\pi}\left(\frac{\pi}{2} + x\right)\left(\frac{\pi}{2} - x\right)}.$$

» Comme x désigne les distances au milieu de l'intervalle PP′, qui varie avec la couleur, nous rapporterons les distances z à l'origine S ; en négligeant l'épaisseur des lentilles, on a

$$\frac{\pi}{2} + x = z - \varphi, \qquad \frac{\pi}{2} - x = \varphi' - z,$$

d'où

$$y = \sqrt{\frac{\lambda k}{\varphi' - \varphi}(3 - \varphi)(\varphi' - z)}.$$

» Si la lumière incidente est composée de deux radiations de longueurs d'onde λ et λ_1, les anneaux d'ordre k sont répartis sur deux surfaces qui se coupent suivant un cercle ; en examinant dans le plan de ce cercle les deux anneaux coïncideront ; il suffit que z soit déterminé par la relation

$$y - y_1 = 0,$$

ou

$$\frac{\lambda}{\varphi' - \varphi}(z - \varphi)(\varphi' - z) - \frac{\lambda_1}{\varphi'_1 - \varphi_1}(z - \varphi_1)(\varphi'_1 - z) = 0.$$

Cette équation étant indépendante de k, la coïncidence se trouvera réalisée

pour les anneaux d'ordre quelconque et on verra un aussi grand nombre d'anneaux que si l'on opérait en lumière homogène.

» L'équation est du second degré et fournit deux solutions dont une seule comprise entre P et P'.

» Supposons, en effet, que λ_1 soit inférieur à λ, la lentille étant plus convergente pour cette première radiation, on a

$$\varphi_1 < \varphi, \qquad \text{et} \qquad \varphi'_1 < \varphi'.$$

» Substituons successivement à z, φ_1 et φ'_1; les termes

$$\frac{\lambda}{\varphi' - \varphi}(\varphi_1 - \varphi)(\varphi' - \varphi_1) \qquad \text{et} \qquad \frac{\lambda}{\varphi' - \varphi}(\varphi'_1 - \varphi)(\varphi' - \varphi'_1)$$

sont de signes contraires, puisque φ' et φ'_1 sont supérieurs à φ et φ_1.

» Cette solution convient donc puisque c'est le cas dans lequel on s'était placé pour calculer y; l'autre solution doit également être conservée pour la raison suivante : si l'on se place dans l'hypothèse où le point est en dehors de la région PP', on a des hyperboloïdes et, en calculant le diamètre des anneaux, on arrive à une expression analogue à la précédente avec un changement de signe; mais, si l'on pose la condition $y - y_1 = 0$, on retrouve la même équation que plus haut, dont on doit, cette fois, considérer seulement la racine située en dehors de l'intervalle PP'; les deux solutions conviennent donc et donnent deux positions de concordance, l'une pour les ellipsoïdes, l'autre pour les hyperboloïdes.

» Si maintenant λ_1 tend vers λ, il suffira de chercher la limite de l'intersection des surfaces; on aura l'équation

$$\Delta y = 0, \qquad \text{ou, à la limite,} \qquad \frac{dy}{d\lambda} = 0;$$

ce sera la position d'achromatisme pour la couleur λ.

» Si l'on opère avec de la lumière blanche dans laquelle l'œil est le plus sensible à une radiation donnée, on cherchera la limite de l'intersection des surfaces au voisinage de cette radiation; ce sera la région achromatique et l'achromatisme sera réalisé quel que soit l'ordre de l'anneau.

» L'équation $\frac{dy}{d\lambda} = 0$ donne

$$(\varphi' - \varphi)\left[(z - \varphi)(\varphi' - z) - \lambda\frac{\partial\varphi}{\partial\lambda}(\varphi' - z) + \lambda\frac{\partial\varphi'}{\partial\lambda}(z - \varphi)\right] - \lambda(z - \varphi)(\varphi' - z)\left(\frac{\partial\varphi'}{\partial\lambda} - \frac{\partial\varphi}{\partial\lambda}\right) = 0.$$

» Soient s et s' les distances du point S aux deux lentilles L et L', p et p les distances de leurs images; on a

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{p} = \frac{1}{f}, \qquad \varphi = p + s = \frac{sp}{f} = \frac{s^2}{s-f},$$
$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}, \qquad \varphi' = p' + s' = \frac{s'p'}{f} = \frac{s'^2}{s'-f},$$
$$\frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{s^2}{(s-f)^2}\frac{df}{d\lambda}, \qquad \frac{d\varphi'}{d\lambda} = \frac{s'^2}{(s'-f)^2}\frac{df}{d\lambda}.$$

Substituant, on a l'équation du second degré en z

$$\left(\frac{s'^2}{s'-f} - \frac{s^2}{s-f}\right)\left[\left(z - \frac{s^2}{s-f}\right)\left(\frac{s'^2}{s'-f} - z\right) - \lambda\frac{df}{d\lambda}\frac{s^2}{(s-f)^2}\left(\frac{s'^2}{s'-f} - z\right) + \lambda\frac{df}{d\lambda}\frac{s'^2}{(s'-f)^2}\left(z - \frac{s^2}{s-f}\right)\right]$$
$$- \lambda\frac{df}{d\lambda}\left(z - \frac{s^2}{s-f}\right)\left(\frac{s'^2}{s'-f} - z\right)\left[\frac{s'^2}{(s'-f)^2} - \frac{s^2}{(s-f)^2}\right] = 0.$$

» Pour évaluer $\frac{df}{d\lambda}$, il faut connaître la dispersion de la substance qui compose les lentilles :

$$f = \frac{R}{n-1}, \qquad \frac{df}{d\lambda} = -\frac{R}{(n-1)^2}\frac{dn}{d\lambda} = -\frac{f}{n-1}\frac{dn}{d\lambda}.$$

Nous prendrons pour la valeur de $\frac{1}{n-1}\frac{dn}{d\lambda}$ celle qu'on peut calculer à l'aide du Tableau d'indices donnés par M. Mascart [1] pour le crown-glass Rossette; pour la longueur d'onde $0^\mu,555$, on a sensiblement

$$\frac{1}{n-1}\frac{dn}{d\lambda} = -\frac{1}{\lambda}0,063, \qquad \text{d'où} \qquad \lambda\frac{df}{dn} = 0,063f;$$

en remplaçant f par $0^m,20$ et s et s' par $0^m,40$ et $0^m,25$ qui étaient les conditions de l'expérience, on obtient, tous calculs faits, l'équation

$$z^2 - 296z + 17802 = 0.$$

dont les deux solutions sont 148 ± 64, ou 212^c et 84^c.

» Ce calcul se vérifie très exactement, car ce sont précisément là les deux positions où on voit le mieux l'achromatisme; la seconde position d'achromatisme s'étend sur une plus grande région et les franges y sont, d'ailleurs, plus difficiles à apercevoir en raison de la différence d'éclaire-

---

(1) MASCART, *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIV.

ment provenant des deux faisceaux; l'un d'eux est assez près de son point de concentration, l'autre en est plus éloigné et comme, en outre, sa convergence était plus grande, il est beaucoup plus étalé que le premier, ce qui diminue considérablement la netteté des franges; pour compenser partiellement la différence, on est conduit à faire tomber une plus grande portion du faisceau initial sur une des demi-lentilles. »

CHIMIE. — *Nouveau système des poids atomiques, fondé en partie sur la détermination directe des poids moléculaires.* Note de M. A. LEDUC, présentée par M. Lippmann.

« Le système généralement adopté des poids atomiques comporte, parmi les déterminations fondamentales, celle de la composition du chlorate de potasse. M. Hinrichs a montré récemment que cette détermination laisse place au doute, bien qu'elle ait été faite par des chimistes éminents. J'ai eu l'occasion d'insister souvent sur les difficultés exceptionnelles de cette expérience, et c'est ce qui m'a engagé à poursuivre, dans le domaine de la Chimie, des expériences dont le programme primitif était moins étendu.

» J'ajouterai que le système actuel des poids atomiques conduit à des volumes moléculaires notablement différents pour les gaz qui se rapprochent le plus par leurs propriétés physiques. Il a, en outre, le tort de ne pas coïncider avec le système des équivalents électrochimiques.

» J'espère établir que ces deux systèmes ne font qu'un, et justifier autant que possible la conception d'Avogadro et Ampère.

» *Oxygène, azote.* — J'ai montré antérieurement que le poids atomique de l'oxygène est 15,88, la densité de ce gaz par rapport à l'air 1,10503, celle de l'azote 0,97203.

» Plus récemment, j'ai établi que le volume moléculaire de l'oxyde de carbone par rapport à l'oxygène, dans les conditions normales, est voisin de 1,0001. On sera donc porté à admettre que l'azote et l'oxyde de carbone, en raison du voisinage de leurs points critiques, ont (dans les conditions normales) le même volume moléculaire, à moins d'un dix-millième près.

» On en déduit facilement que le poids atomique de l'azote est

$$15,88 \times \frac{0,97203}{1,10503} \times 1,0001 = 13,97.$$

» Les déterminations de Stas conduisent au nombre 13,94.

» *Argent.* — Tous les chimistes paraissent d'accord sur la composition de l'azotate d'argent. Le rapport $\frac{Ag}{AzO^3} = 1,7395$.

» D'après mes expériences $AzO^3 = 61,61$ et, par suite, $Ag = 107,17$.

» Il est intéressant de comparer ce nombre avec celui que fournit la détermination simultanée des équivalents électrochimiques de l'eau et de l'argent. Je ne possède malheureusement que les résultats de deux expériences de M. Mascart (*Journal de Physique*, 1882).

» En admettant pour les densités de l'oxygène et de l'hydrogène les nombres de Regnault, et supposant que le mélange gazeux fourni par l'électrolyse est exactement formé de 2 volumes d'hydrogène pour 1 volume d'oxygène, ce savant obtient les nombres suivants :

	Eau décomposée.	Argent déposé.
	gr	gr
1re expérience..............	0,1163	1,388
2e expérience..............	0,0486	0,586
Totaux...........	0,1649	1,974

» Mais la densité du mélange gazeux est, ainsi que je l'ai montré, 0,4142, au lieu de 0,4147, admise par M. Mascart. Le poids de l'eau décomposée est donc réellement $0^{gr},1647$, et le poids d'hydrogène mis en liberté $\frac{0,1647}{8,94}$.

» Le rapport des équivalents électrochimiques de l'argent et de l'hydrogène serait donc, d'après la moyenne de ces deux expériences,

$$\frac{1,974 \times 8,94}{0,1647} = 107,15.$$

» Je me garderai bien de tirer de cette concordance remarquable les conclusions qu'elle ne comporte pas; mais, ne voulût-on y voir qu'une simple coïncidence, qu'il paraîtrait intéressant de la signaler.

» *Chlore, brome, iode.* — L'accord n'est peut-être pas aussi parfait sur la composition du chlorure d'argent et de ses homologues que sur celle du nitrate. N'ayant point qualité pour discuter les résultats de chimistes éminents, je me bornerai à accepter ceux de Stas; j'en déduis

$$Cl = 35,457 \times \frac{107,17}{107,93} = 35,21,$$

$$Br = 79,952 \times \frac{107,17}{107,93} = 79,39,$$

$$I = 126,85 \times \frac{107,17}{107,93} = 125,96.$$

» Il sera facile maintenant de calculer les poids atomiques de tous les corps dont les combinaisons avec ceux que je viens d'examiner ont pu être analysées avec précision.

» *Résumé.* — Je profite de l'occasion qui s'offre ici de rassembler les résultats numériques de mes recherches, et de les comparer avec les données connexes obtenues par d'autres expérimentateurs.

» Dans le Tableau ci-dessous, les densités marquées d'un astérisque sont empruntées à divers auteurs. Les volumes moléculaires correspondants sont calculés d'après ces densités.

	Poids atomique.	Densité par rapport à l'air, observée.	Densité par rapport à l'air, théorique.	Volume moléculaire dans les conditions normales.	Point critique.
Hydrogène	Base = 1	0,06947	0,06958	1,0017	»
Azote	13,97	0,9720	0,9720	1,0001	—146°
Oxygène	15,88	1,1050	1,1049	Base = 1	—118
Chlore	35,21	*2,45	2,4500	?	+141
Brome	79,39	»	»	»	»
Iode	125,96	»	»	»	»
Carbone	11,916	»	»	»	»
Argent	107,17	»	»	»	»
Oxyde de carbone	»	0,9670	0,9670	1,0001	—141
Bioxyde d'azote	»	1,0387	1,0385	0,9999	— 93,5
Formène	»	*0,558	0,5537	?	— 82
Éthylène	»	*0,971	0,9683	0,9973	+ 1
Acide carbonique	»	*1,529	1,5195	0,9939	+ 31
Protoxyde d'azote	»	*1,527	1,5245	0,9985 } ?	+ 35
Acide chlorhydrique	»	{ *1,278 / *1,247 }	1,2597	{ 0,9874 / » } ?	+ 52
Cyanogène	»	*1,806	1,8011	0,9974 } ?	+124
Gaz ammoniac	»	*0,596	0,5904	0,9907	+130
Alcool	»	*lim. 1,550	1,5903	»	»
Vapeur d'eau	»	*lim. 0,620	0,6220	»	»

» *Remarques.* — La densité expérimentale du chlore est évidemment trop faible; on peut l'attribuer à la présence de l'acide chlorhydrique. Il en est de même des densités limites trouvées pour les vapeurs d'alcool et d'eau éloignées de la saturation.

» J'ai déjà montré qu'au contraire la densité du formène est trop forte et qu'il convient de lui attribuer la valeur 0,554.

» Enfin, les gaz composés étant rangés d'après leur point critique, on sera porté à croire que, si la densité de l'acide carbonique n'est pas trop

forte, celles du protoxyde d'azote et du cyanogène sont trop faibles. Entre autres impuretés, ces derniers pouvaient contenir de l'azote.

» Quant à l'acide chlorhydrique, l'un des nombres indiqués me paraît trop fort, et l'autre est certainement trop faible.

» Je ferai mon possible pour vérifier ces prévisions. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Décomposition des aluminates alcalins par l'acide carbonique.* Note de M. A. **Ditte**, présentée par M. Troost.

« Quand on laisse tomber goutte à goutte du carbonate de potasse dans une solution d'aluminate alcalin, chaque goutte détermine l'apparition d'un trouble laiteux qui disparaît quand on agite la liqueur, mais qui bientôt devient permanent et augmente à mesure qu'on ajoute des quantités nouvelles de carbonate alcalin. Il se forme dans ces conditions un carbonate double d'alumine et d'alcali qui, indépendamment de l'eau qu'il renferme, peut être représenté par la formule $5CO^2, 3K^2O, 2Al^2O^3$.

» Le carbonate de potasse a décomposé l'aluminate en donnant du carbonate d'alumine instable, qui, en s'unissant au carbonate alcalin, a formé une combinaison moins facile à décomposer par l'eau; mais en même temps de la potasse est devenue libre et comme elle est capable de détruire le sel double en régénérant l'aluminate et le carbonate potassiques, nous nous trouvons en présence de deux réactions inverses susceptibles de se limiter réciproquement; on comprend donc qu'il puisse exister des liqueurs contenant à la fois de la potasse, de l'aluminate et du carbonate, sans que celui-ci y détermine la formation d'un précipité et les quantités de potasse et de carbonate qui, à la température ordinaire, s'équilibrent vis-à-vis une solution d'aluminate, forment une courbe régulière qui ne s'écarte pas beaucoup d'une ligne droite.

» Considérons maintenant une solution d'aluminate de potasse renfermant un léger excès d'alcali, et soumettons-la à l'action de l'acide carbonique; celui-ci, arrivant à la surface du liquide, saturera un peu de potasse libre en formant du carbonate dont l'action sera équilibrée par la potasse non saturée, de sorte que le carbonate double ne pourra pas se former; mais, l'acide carbonique continuant d'arriver, la potasse libre des couches liquides supérieures diminuera peu à peu, et bientôt, dans ces couches, l'aluminate ne pourra plus subsister, quoiqu'elles *puissent* renfermer encore assez d'alcali libre pour empêcher la production du carbonate double.

A ce moment l'eau décomposera un peu d'aluminate, et l'alumine séparée, d'abord dissoute dans la potasse, ne tardera pas à donner des cristaux de l'hydrate $Al^2O^3, 3H^2O$; dès lors l'équilibre ne pourra plus exister, et l'aluminate subira une décomposition plus ou moins rapide.

» Si au lieu de laisser le gaz carbonique arriver très lentement à la surface du liquide considéré nous en faisons passer un courant dans la liqueur, rien ne se produit d'abord, la potasse demeurée libre équilibrant l'action du carbonate formé dans les premiers instants; mais, comme cette potasse diminue à mesure que le carbonate augmente, on voit bientôt apparaître un précipité de carbonate double mélangé de cristaux d'alumine hydratée, cette dernière provenant de la décomposition de l'aluminate par l'eau; si alors on arrête le courant gazeux, qu'on ferme le flacon, qu'on l'agite pour absorber tout l'acide carbonique qu'il renferme, puis qu'on abandonne au repos le liquide trouble ainsi obtenu, le précipité se rassemble lentement au fond du flacon, et au bout de quelques heures on aperçoit contre les parois un enduit d'alumine cristallisée qui ne tarde pas à les recouvrir entièrement; grâce à la décomposition progressive de l'aluminate, la liqueur s'enrichit en potasse qui détruit graduellement le carbonate double et quand la réaction est terminée, il ne reste plus, comme matière non dissoute, que de l'hydrate d'alumine cristallisé.

» Examinons, en second lieu, une solution d'aluminate de potasse contenant un notable excès d'alcali; l'acide carbonique y donnera encore du carbonate de potasse dont l'effet sera neutralisé d'abord par l'action de la potasse qui demeure en liberté, mais le carbonate double se produira au bout de quelque temps, et cela dans une liqueur encore assez riche en potasse pour ne pas décomposer l'aluminate alcalin. Si l'on supprime le courant gazeux dès qu'on obtient un précipité permanent et que, comme au cas précédent, on abandonne le flacon au repos après l'avoir fermé et bien agité, le précipité de carbonate double se rassemblera au fond, mais comme l'aluminate est dans une liqueur incapable de le décomposer et que celle-ci ne contient aucun cristal d'alumine hydratée, on n'observera pas la formation d'un dépôt de cette substance.

» On arrive au même résultat quand, partant d'une solution d'aluminate avec excès d'alcali, on lui ajoute d'abord du carbonate de potasse jusqu'au moment où le précipité de carbonate double va devenir permanent, puis qu'on y fait passer un courant d'acide carbonique jusqu'à ce qu'un peu de ce précipité se soit formé. Ici encore il peut arriver que le carbonate double soit produit dans une liqueur assez riche en potasse pour ne pas dé-

composer l'aluminate, et si l'on arrête le courant de gaz carbonique, le précipité de carbonate double se rassemble sans qu'il apparaisse de l'alumine en cristaux; mais si la quantité d'acide carbonique qui est intervenue a été suffisante pour ne laisser qu'une dose de potasse libre inférieure à celle qui correspond à l'équilibre de dissociation de l'aluminate alcalin par l'eau, celui-ci se décomposera et donnera lieu à la formation d'hydrate cristallisé d'alumine qui se produira comme nous l'avons indiqué (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 183), et qui formera un enduit translucide sur les parois du flacon.

» On voit en définitive qu'un courant d'acide carbonique, dirigé dans une solution d'aluminate alcalin renfermant excès d'alcali, donnera des résultats différents selon la grandeur de cet excès, en ce sens qu'on pourra avoir, ou n'avoir pas, des cristaux d'alumine hydratée. Si la liqueur est riche en aluminate et pauvre en alcali, on arrivera vite à la composition limite qui permet la dissociation de l'aluminate par l'eau, et des cristaux se formeront; mis en mouvement par le courant gazeux, ils agiront avec facilité sur la masse du liquide, et leur quantité augmentera rapidement; comme, d'autre part, à mesure que l'aluminate se décompose, la potasse se change en carbonate, il pourra arriver que l'existence du carbonate double devienne possible et qu'il s'en dépose en même temps que de l'alumine cristallisée; il s'en formera toujours une certaine quantité à la fin de l'opération, si le courant d'acide carbonique passe jusqu'à ce que toute l'alumine soit précipitée sous la forme de composés insolubles dans la liqueur. Avec une solution riche en alcali et pauvre en aluminate, nous avons vu qu'on pourrait obtenir seulement du carbonate double précipité. »

CHIMIE. — *Sur les mélanges d'éther et d'eau*. Note de M. **L. Marchis**, présentée par M. Troost.

« Si, à une quantité déterminée d'éther, on ajoute des quantités croissantes d'eau, on observe les faits suivants :

» 1° Le mélange d'éther et d'eau reste homogène : l'eau est dissoute dans l'éther (mélange I).

» 2° Il se forme deux couches : une couche supérieure, plus riche en éther et formée par une dissolution d'eau dans l'éther; une couche inférieure, plus riche en eau et formée par une dissolution d'éther dans l'eau (mélange II).

» 3° Le mélange d'éther et d'eau est de nouveau homogène : l'éther est dissous dans l'eau (mélange III).

» J'ai trouvé qu'à une température voisine de 15° la séparation en deux couches se produisait lorsque, à 100^{cc} d'éther, on ajoutait 3^{cc},5 d'eau environ.

» Ces mélanges d'éther et d'eau ont été déjà étudiés par Regnault ([1]), qui a énoncé la proposition suivante :

» *Un mélange d'éther et d'eau, à volumes égaux, possède, à toute température, une tension de vapeur qui est celle de l'éther anhydre.*

» De là, M. Duhem a déduit un certain nombre de propositions importantes sur la statique des mélanges de deux liquides volatils suivant cette loi de Regnault ; mais cette étude est fondée sur l'hypothèse suivante ([2]).

» La loi de Regnault est applicable aux mélanges d'éther et d'eau qui se trouvent soit dans le cas du mélange I, soit dans le cas du mélange II ; elle ne cesse de l'être qu'au moment où le mélange, après avoir subi la séparation en deux couches, redevient homogène.

» C'est cette hypothèse que je me suis proposé de vérifier par l'expérience. J'ai employé pour déterminer les tensions de vapeur la méthode de l'ébullition sous pression constante, et j'ai fait deux séries d'expériences :

» *Première série.* — Dans un ballon à détermination des points d'ébullition, j'ai introduit successivement du mélange I et du mélange II. La pression extérieure restant constante, la température d'ébullition est restée rigoureusement la même pendant l'expérience, malgré les changements de composition du mélange. Il en a été ainsi dans le cas du mélange II, jusqu'à ce que la couche supérieure eût été réduite à une pellicule très mince ; lorsque celle-ci s'est déchirée, la température s'est élevée brusquement ; on se trouvait dans les conditions du mélange III.

» *Seconde série.* — Pour faire des mesures absolues, j'ai employé un appareil analogue à celui qui a servi à M. Raoult pour mesurer les tensions de vapeur de dissolutions salines ([3]). Toutefois, afin de maintenir constante la composition des mélanges, j'ai dû employer un réfrigérant à double enveloppe, dont l'enveloppe intérieure est refroidie par l'évaporation d'éther ou de sulfure de carbone.

» Je suis ainsi parvenu aux résultats suivants :

([1]) Regnault, *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XXVI, p. 724.

([2]) E. Duhem, *Sur les vapeurs émises par un mélange de substances volatiles* (*Annales de l'École Normale supérieure*, 3e série, t. IV, p. 23).

([3]) Raoult, *Sur les tensions de vapeur des dissolutions* (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XX, p. 313).

Pression constante pendant l'expérience : $768^{mm},57$ (*hauteur réduite*) :

Numéro de l'expérience.	Volume d'eau ajouté à 100^{cc} d'éther anhydre. (Température extérieure, $14^{\circ},5$).	Température d'ébullition.	Observations.
I........	0^{cc}	35°	Éther anhydre. Températ. d'ébullition, d'après M. Raoult : $35^{\circ},02$.
II.......	1	35	
III.......	1,5	35	Mélange I.
IV.......	2	»	»
V.......	2,5	La température d'ébullition a varié de $34^{\circ},9$ à 35°.	La séparation en deux couches a lieu, bien que très faible.
VI.......	3,5		
VII......	4		
VIII.....	5	»	Mélange II.
IX.......	10	»	»
X.......	100	»	Volumes égaux, cas étudié par Regnault.
XI.......	200	»	

» On voit donc que la tension de vapeur d'un mélange d'éther et d'eau est indépendante de la composition du mélange, pourvu que l'on ait une dissolution d'eau dans l'éther (mélange I) ou un mélange formé de deux couches (mélange II) (¹). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la chaleur de formation de l'arragonite.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« On admet, depuis les expériences de Favre et Silbermann, que la transformation de l'arragonite en calcite est accompagnée d'un dégagement de chaleur relativement considérable, soit 2^{Cal} pour 1 équivalent ($CaO.CO^2 = 50^{gr}$). J'en avais conclu que, s'il existait encore d'autres variétés de carbonate de chaux, il serait sans doute possible de les caractériser par leurs chaleurs de transformation. Les recherches entreprises dans cette voie m'ont conduit à reconnaître que le signe et la valeur de la chaleur de transformation attribuée à l'arragonite étaient erronés. Il n'y a rien là qui doive surprendre, en raison des incertitudes que comportaient les mesures calorimétriques qui avaient servi à sa détermination. Cette quantité de chaleur était obtenue par la différence de deux autres quan-

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de la Faculté de Caen.

tités cent fois plus grandes qu'elle, dont aucune n'était connue à 1 pour 100 près.

» Pour déterminer cette chaleur de transformation, j'ai employé la méthode générale indiquée par M. Berthelot pour les mesures semblables. Elle consiste à ramener les deux variétés différentes du même corps à un état identique et à prendre la différence des chaleurs de réaction trouvées.

» J'ai fait dissoudre les deux variétés de carbonate de chaux dans de l'acide chlorhydrique assez dilué pour maintenir tout l'acide carbonique en dissolution. Avec le carbonate de chaux ordinaire, cette chaleur de réaction est de $4^{Cal},5$ par équivalent, elle aurait dû être pour l'arragonite plus forte de 2^{Cal}, soit une augmentation de près de 50 pour 100 qui ne pouvait passer inaperçue. Elle a, au contraire, toujours été un peu plus faible.

» Les expériences ont été faites dans un calorimètre de 600^{cc} rempli d'acide à $\frac{1}{10}$ d'équivalent par litre et aussi hermétiquement clos que possible. L'équivalent en eau du calorimètre était de 6^{gr}.

» Pour s'assurer de la pureté des échantillons soumis aux expériences, on a déterminé pour chacun d'eux la perte à la calcination, la chaleur de dissolution dans l'acide chlorhydrique de la chaux obtenue par cette calcination, et enfin la teneur en silice, alumine et fer.

» Les quatre échantillons comparés ont été :

	Perte à la calcination.	Matières étrangères.	Chaleur de dissolution de 1 équiv. CaO dans HCl.
	Pour 100.	Pour 100.	Cal
I. Spath d'Islande............	44	0,0	22,7
II. Calcite blanche et opaque...	44	0,25	»
III. Arragonite fibreuse........	43,5	0,75	»
IV. » en cristaux......	43,7	1,0	22,3

» Les mesures calorimétriques effectuées sur 2^{gr} de matière ont donné les résultats suivants :

	Élévation de température mesurée.	Chaleur de combinaison CaO sol. + CO^2 gaz = CaO, CO^2.
	o	Cal
I. Spath d'Islande............	0,295	21,03
II. Calcite blanche et opaque...	0,300	20,96
III. Arragonite fibreuse........	0,280	21,26
IV. » en cristaux......	0,275	21,33

» On déduit de la valeur moyenne de ces nombres pour la chaleur de

transformation de l'arragonite en calcite : $-0^{Cal},3$ au lieu de la valeur admise jusqu'ici, $+2^{Cal}$.

» Une conséquence intéressante de cette détermination est que, l'arragonite ayant une chaleur de formation et une densité supérieures à celle de la calcite, sa zone de stabilité doit *nécessairement* (¹) correspondre, de même que pour le quartz et le diamant, aux températures inférieures et aux pressions supérieures à celles qui correspondent à leur transformation réversible. Ces points de transformation ne sont pas connus ; on peut seulement affirmer que, sous la pression atmosphérique, ils correspondent à des températures inférieures :

Pour l'arragonite à.....	300°
» le quartz à...........................	1000
» le diamant à	2000

températures auxquelles ces corps éprouvent la transformation inverse. Pour obtenir la cristallisation de ces corps par *transformation directe* de leurs variétés communes : CaO, CO^2 précipité, SiO^2 amorphe, C amorphe, il paraît donc convenable d'essayer l'intervention simultanée de pressions très élevées et de températures très basses. Mais, aux basses températures, les transformations chimiques de ces corps ne peuvent être espérées que par l'intervention d'actions de présence convenables. C'est ainsi que M. Hautefeuille a obtenu la cristallisation de la silice au contact des vanadates alcalins. Les essais que j'ai tentés dans la même voie pour obtenir l'arragonite au moyen du carbonate de chaux précipité ont jusqu'ici échoué. »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur les formes cristallines du chrome et de l'iridium.* Note de M. **W. Prinz**, présentée par M. Daubrée.

« La question de savoir si le chrome appartient à la série des nombreux métaux cristallisant dans le système régulier, ou s'il doit être rangé dans la série rhomboédrique (Os, Ir, As, Te, Sb, Bi, etc.), n'a pas été tranchée d'une manière définitive. Wœhler, en réduisant le chlorure chromique par le zinc pur, obtint des agrégats cristallins montrant des rhomboèdres (²).

(¹) H. Le Chatelier, *Les équilibres chimiques*, p. 49 et 220.
(²) *Annales de Chimie et de Physique*, t. LVI, p. 501.

C'est cette forme que MM. Jaeger et Krüss disent avoir observé en opérant de la même manière (¹). Par contre, M. Fremy, en réduisant le chlorure par la vapeur de sodium, recueillit des cristaux que de Senarmont reconnut appartenir au système régulier (²). M. Zettnow a, de son côté, reproduit des cristaux analogues à ceux de M. Fremy, en modifiant le procédé de Wœhler (³). Les détails relatifs à la description ou à la mesure de ces diverses formes paraissent manquer.

» J'ai préparé le chrome pur en suivant la méthode de Wœhler, en employant des réactifs choisis et en m'entourant des précautions usuelles. J'ai recueilli, après la dissolution du culot de zinc et des lavages répétés, une poudre grise très fine, scintillante, qui fut soumise à l'examen microscopique. Sous un fort grossissement, cette poudre se montre exclusivement constituée par des granules polyédriques, ayant au plus $0^{mm},02$ à $0^{mm},03$ de diamètre, d'un gris de fer, brillants et couverts de facettes. En faisant miroiter ces dernières, on reconnaît qu'elles appartiennent à des cubes pyramidés très nets, dont les faces sont parfois striées parallèlement aux arêtes cubiques.

» Les mesures sont difficiles et ne sauraient être que très approximatives, par suite de la petitesse des cristaux et de leur inclinaison variable dans les préparations. L'angle de deux faces, pris sur l'arête du cube, est voisin de 152°; l'angle, au sommet, de deux *arêtes* de pyramide, est voisin de 134°. On en peut déduire, par à peu près, le symbole $b^{\frac{5}{3}}$.

» Sur la figure ci-jointe, où les cristaux blancs sont dessinés en lumière réfléchie, on voit facilement l'origine des contours hexagonaux et octogonaux que présentent les granules, examinés en lumière transmise.

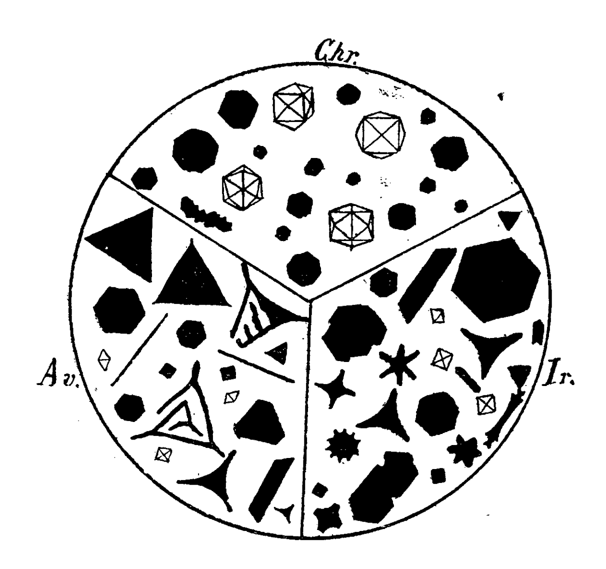
» Les rhomboèdres, signalés par les auteurs précités, sont donc très probablement des octaèdres déformés, comme on en observe dans le silicium et dans l'iridium. De Senarmont, dans son étude cristallographique du premier de ces métaux, a mis les observateurs en garde contre cette confusion, dont on connaît d'autres exemples (⁴).

» La plupart des minéralogistes ont, à la suite de G. Rose, admis le dimorphisme de l'iridium. En effet, ses alliages avec l'osmium cristallisent, à en juger d'après les mesures de ce savant et d'après celles de

---

(¹) *Dict. de Chimie de Würtz*, 2e supplément, p. 1109.
(²) *Comptes rendus*, t. XLIV, p. 632.
(³) *Ann. de Poggendorff*, t. CXLIII, p. 477.
(⁴) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVII.

A. Lévy, dans le système hexagonal. Ce dernier signale les combinaisons pm, pb^1, pmb^1b^2. G. Rose en a déduit l'existence possible d'un rhomboèdre de 84° 52′, comme type de la forme hexagonale de l'iridium. On



sait que la forme régulière du métal naturel est la combinaison du cube et de l'octaèdre (¹).

» L'iridium que j'ai examiné m'avait été remis par feu Stas. Je n'ai aucun détail sur son mode de préparation, mais le nom de l'illustre chimiste paraîtra sans doute une garantie suffisante de la pureté de ce beau métal. Il a l'aspect d'une poudre ayant la couleur du magnésium, douée d'un éclat remarquable. Au microscope on y reconnaît diverses formes, dont voici les dimensions maxima : des lamelles hexagonales régulières de $0^{mm},05$; des triangles à côtés concaves, ou droits, de $0^{mm},02$ à $0^{mm},03$; des petites croix de $0^{mm},02$; enfin des octaèdres de $0^{mm},006$ à $0^{mm},01$. Ces derniers appartiennent au système régulier et toutes les autres formes en dérivent.

» Les croix sont des octaèdres réduits à leurs axes. Le plus souvent elles reposent sur les extrémités de trois branches et la projection des trois autres prête à l'ensemble l'aspect d'une étoile à six pointes. Ces croix

(¹) *Ann. de Poggendorff*, t. XXIX, p. 452; t. XXXIV, p. 377; t. LIV, p. 537, et t. LXXVII, p. 149. — A. Lévy, *Description d'une collection de minéraux*, etc., t. II, p. 307; 1837.

se groupent parfois en grand nombre pour constituer des sphérules. D'autres servent de soutien à des faces plus ou moins concaves et passent à la combinaison du cube et de l'octaèdre. Les triangles sont des octaèdres fortement aplatis.

» Ils sont souvent maclés suivant une face de l'octaèdre. Leur profil laisse alors reconnaître le bec qui se trouve à chaque angle. Peut-être la forme compliquée, mais très constante, du profil, suivant l'un des côtés, des triangles concaves, se rattache-t-elle à ces macles (voir, sur la figure, *Ir*, bord de droite).

» Quand aux hexagones, ils proviennent également de la déformation de l'octaèdre suivant l'une de ses faces. Leur minceur ne permet plus de voir, sur la tranche, les six faces complétant le solide. Cette observation est encore rendue plus difficile par la structure foliacée de ces lamelles. Sur les grandes faces, on voit des enfoncements scalariformes, dont les contours n'ont qu'un vague rapport avec ceux du cristal même, montrant qu'il est constitué par un grand nombre de lamelles empilées.

» En somme, toutes ces formes sont très voisines des cristallites de cuivre de l'aventurine de Venise, dont MM. Fremy et Clémandot ont retrouvé le secret de fabrication ([1]). Les cristaux pseudo-hexagonaux de cette matière ont été exactement interprétés par les premiers cristallographes qui l'examinèrent. J'en donne le dessin, d'après un très bel échantillon que je dois à l'obligeance de M. le professeur Errera (figure, *Av*).

» L'iridium de Stas n'apporte donc pas encore la preuve de dimorphisme de ce métal, et sa place, dans la série rhomboédrique, ne saurait être définitive. »

CHIMIE AGRICOLE. — *La fermentation ammoniacale de la terre*. Note de MM. **A. Müntz** et **H. Coudon**, présentée par M. Dehérain.

« Bien que la formation de l'ammoniaque dans la terre ait fait l'objet d'études importantes, on n'est pas fixé sur la part qui revient, dans ce phénomène, aux actions chimiques et aux actions microbiennes. L'opinion dominante est qu'elles s'exercent conjointement.

» MM. Berthelot et André ([2]) ont montré que les matières organiques

([1]) *Comptes rendus*, t. XXII, p. 339.
([2]) *Annales de Chimie et de Physique* (6), t. XI, p. 368.

azotées du sol sont constituées par des principes amidés se comportant comme les matières albuminoïdes, dont les produits de dédoublement contiennent de l'ammoniaque, ainsi que l'a démontré M. Schützenberger. Par quel mécanisme s'opère leur transformation en ammoniaque, dans les conditions dans lesquelles le sol est placé normalement? M. Duclaux (¹) a admis que les ferments des matières albuminoïdes interviennent. M. Hébert (²) a montré que l'action d'une température élevée (150°) sur la terre y détermine la formation d'ammoniaque, évidemment attribuable à une action purement chimique.

» Nous avons institué des expériences pour rechercher à quelles causes il faut attribuer la production de l'alcali volatil dans la terre arable. En détruisant par la chaleur les micro-organismes de la terre, on obtient un milieu dans lequel les actions chimiques seules peuvent se manifester, mais que l'addition d'une parcelle de terre non stérilisée ou d'organismes définis place de nouveau sous l'influence des microbes.

» La stérilisation a eu lieu à l'autoclave à 120°. L'ammoniaque a été déterminée au début, après le chauffage, et ensuite, par un procédé absolument identique, au bout d'un temps plus ou moins long, dans les terres restées exemptes de micro-organismes et dans celles qui avaient été réensemencées, toutes placées d'ailleurs dans des conditions reconnues favorables à la persistance de l'ammoniaque formée (forte humidité, accès d'air limité), afin d'éviter une transformation en nitrates qui eût enlevé sa netteté au phénomène.

» Voici quelques-uns des résultats obtenus avec des terres ayant reçu une fumure de sang desséché.

	Ammoniaque formée dans 100gr de terre après soixante-sept jours.
	mgr
Terre calcaire de Champagne, stérilisée	0,0
» », non stérilisée....	111,0
Terre de landes du Limousin, stérilisée	0,0
» », non stérilisée....	41,0
Terre de jardin de Joinville, stérilisée	0,0
» », non stérilisée....	59,3

» La formation d'ammoniaque a été entièrement arrêtée par la suppression des micro-organismes et aucune action chimique ne s'est produite, quoique le milieu fût

(¹) *Chimie biologique*, p. 608.
(²) *Annales agronomiques*, t. XV, p. 355.

assentiellement apte à la production de l'ammoniaque, comme cela ressort de l'examen des terres non stérilisées.

» Même au bout d'un temps très long, nous n'avons pu constater aucune action chimique, comme le montre l'expérience suivante, faite sur une terre préalablement stérilisée à 120°.

	Après la stérilisation.	Après		
		65 jours.	93 jours.	2 ans $\frac{1}{2}$.
Ammoniaque dans 100gr de terre....	20mgr,2	19mgr,7	19mgr,9	19mgr,7

» La même terre, ensemencée d'une parcelle de terreau, a produit de l'ammoniaque en abondance.

» Dans tous ces essais, c'est donc exclusivement à des micro-organismes qu'il faut attribuer la production de l'ammoniaque. Ils sont très résistants : une température de 110°, maintenue pendant une heure, ne suffit pas à les détruire; ce n'est qu'à 120° que leur action est complètement arrêtée.

» Nous avons cherché si la formation de l'ammoniaque dans la terre est due à un ferment spécial, ou bien à plusieurs des espèces multiples dont on sait que le sol est envahi. Dans ce but nous en avons isolé, au hasard, quelques-unes des plus fréquentes et nous avons examiné leur aptitude à produire de l'ammoniaque au sein de la terre.

» Nous avons ainsi cultivé à l'état de pureté :

» Un bâtonnet α, peu mobile, trapu, peu allongé dans les cultures jeunes, rapetissé dans les vieilles cultures, souvent en chaînes de deux ou trois. Longueur, 2μ à 2μ,5.

» Un bacille β, allongé, fin, mobile. Longueur 3μ,5 à 4μ.

» Un micrococcus γ, isolé, rond, petit, se développant lentement, peu brillant et peu réfringent. Longueur 1μ,7.

» Un micrococcus δ, généralement isolé, rond, se développant abondamment, très brillant et très réfringent. Longueur 1μ,2.

» Un bâtonnet ε, très allongé dans les cultures jeunes, raccourci et souvent accolé dans les cultures anciennes. Longueur 2μ à 3μ.

» En outre deux moisissures :

» Le *Mucor racemosus,* espèce bien connue.

» Un *Fusarium* que nous avons rencontré fréquemment dans la terre fumée aux engrais organiques et dans lequel M. Delacroix (1) a reconnu une espèce nouvelle.

» Ces organismes ont été ensemencés dans un bouillon de culture ainsi que dans une terre ayant reçu un engrais organique.

» Voici les résultats obtenus :

---

(1) *Bulletin de la Soc. Mycol.,* t. VII, p. 218.

	Ammoniaque formée	
	dans 100^{cc} de bouillon de culture après 17 jours.	dans 100^{gr} de terre après 17 jours.
	mgr	mgr
Non ensemencé	0,0	0,0
Ensemencé de ferment α	40,0	17,1
» » β	46,6	10,4
» » γ	9,9	perdu
» » δ	34,6	0,0
» » ε	75,7	12,4
» de *Mucor racemosus*	81,0	27,2
» de *Fusarium Müntzii*	71,0	19,8

» Nous pouvons conclure de ces recherches que la formation de l'ammoniaque dans le sol, qu'on remarque surtout après l'emploi de fumures organiques, est due à l'intervention d'organismes inférieurs et non à une action chimique, tout au moins lorsque la terre est placée dans des conditions naturelles.

» Les organismes qui opèrent cette transformation paraissent être nombreux, puisque les quelques espèces que nous avons retirées de la terre, parmi tant d'autres qui y vivent, ont pu la produire. Contrairement à ce qui a lieu pour la nitrification, la fermentation ammoniacale du sol est une fonction banale à laquelle concourent les espèces si diverses qui peuplent le sol. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur la composition des sels employés comme condiment par les populations voisines de l'Oubangui*. Note de MM. **J. Dybowski** et **Demoussy**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Lorsque, au cours de l'année 1892, j'étais dans le Haut Oubangui, je constatai, non sans surprise, que les Bonjos, indigènes anthropophages de cette région, récoltaient certaines herbes qui flottaient à la surface de l'immense rivière. Je m'enquis de l'usage auquel étaient destinées ces herbes que les indigènes semblaient choisir, donnant la préférence à certaines espèces, en dédaignant d'autres, au contraire. Il me fut répondu que ces herbes servaient à la fabrication du sel, et j'eus bientôt l'occasion de voir comment il est obtenu.

» Les herbes que les Bonjos recherchent sont des Graminées, des Poly-

gonacées, des Aroïdées. Montés sur leurs toutes petites pirogues, ils saisissent au passage, à l'aide d'une perche, les paquets d'herbes que le courant a arrachées au rivage et qui descendent le cours de l'Oubangui. Lorsque toute la pirogue en est chargée, prenant alors l'aspect d'une petite meule de foin qui flotterait, ils regagnent la berge et en un endroit déterminé entassent les herbes.

» Quand enfin la quantité est jugée suffisante et que l'ardent soleil a un peu asséché les tiges des plantes et les a débarrassées de toute l'eau dont elles sont imbibées, on les entasse au-dessus d'un grand feu : les herbes brûlent lentement, laissant échapper une fumée abondante mêlée à la vapeur d'eau.

» Lorsque la combustion est terminée, les cendres sont mises dans de grands vases et délayées dans l'eau. On passe le tout au travers d'un morceau d'étoffe, et la solution ainsi obtenue est évaporée à sec dans des marmites en terre. On obtient un résidu solide cristallin, presque complètement blanc, quelquefois légèrement coloré en brun. C'est ce sel dont on se sert pour assaisonner les aliments.

» L'analyse de M. Demoussy a donné les résultats suivants :

Sel des Bonjos (Oubangui).

Chlorure de potassium	67,98
Sulfate de potasse	28,73
Carbonate de potasse	1,17
Matières insolubles	1,65
	99,53

» Lorsque je visitai plus tard les régions de l'intérieur qui s'étendent entre l'Oubangui et les affluents du lac Tchad, je constatai que le sel était obtenu de la même façon, à cela près que les herbes sont récoltées non à la surface des eaux, mais dans les marais. Ce sont alors principalement les Fougères et les Aroïdées qui sont recherchées.

» Voici le résultat de l'analyse de deux échantillons de ces sels :

Sel des Tokbos, rivière Kemo.

Chlorure de potassium	64,26
Sulfate de potasse	29,28
Carbonate de potasse	4,26
Matières insolubles	0,75
	99,55

Sel des N'Gapous, vallée du Chari.

Chlorure de potassium	53,96
Sulfate de potasse	36,87
Carbonate de potasse	7,35
Matières insolubles	1,25
	99,43

» Il est d'abord extrêmement curieux de voir saler des aliments avec des substances ne contenant pas de chlorure de sodium. En outre, les résultats de ces analyses confirment une fois de plus le fait signalé par Peligot et plus tard par M. Dehérain, à savoir que nombre de plantes s'assimilent des sels de potassium à l'exclusion de ceux de sodium. On ne trouve pas trace de ces derniers dans les sels provenant du brûlage des herbes croissant en Afrique centrale.

» On en déduit également que les sels de potassium, chlorure et sulfate, peuvent être impunément ingérés en quantité assez notable, lorsque l'accoutumance s'établit. Peut-être même celle-ci n'est-elle pas nécessaire, car mes Sénégalais, alors que le chlorure de sodium vint à manquer, employaient le condiment indigène sans que j'aie eu à constater qu'il exerçât d'influence fâcheuse.

» La quantité relativement faible de carbonate de potasse que renferment les cendres obtenues doit être signalée. Si les indigènes ne choisissaient pas les plantes à brûler, il n'en serait pas ainsi. D'autres plantes, en effet, fournissent par leur incinération des quantités très grandes de carbonate alcalin, à tel point que l'on en obtient une lessive dont nous nous servions pour le blanchissage du linge, et qui était capable de saponifier l'huile de palme en donnant un véritable savon.

» Le sel gemme ne parvient absolument pas dans ces régions, qui n'étaient en rapport ni avec les populations musulmanes dont les États avoisinent le Tchad, ni avec les commerçants européens qui n'avaient pas encore pénétré si avant dans cette partie de l'Afrique.

» Les populations musulmanes du Wadaï ont du sel gemme; mais, soit paresse, soit ignorance, elles ne le séparent même pas des matières terreuses qui y sont mélangées. Voici l'analyse de ce sel :

Sel gemme du Wadaï.

Chlorure de sodium	61,16
Sulfate de soude	3,85
Matières insolubles (argile et sable ferrugineux)	34,56
	99,57

CHIMIE ANIMALE. — *Oxyhématine, hématine réduite et hémochromogène.* Note de MM. **H. Bertin-Sans** et **J. Moitessier**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Les auteurs qui ont étudié l'action des réducteurs sur l'oxyhématine ont opéré en présence soit d'ammoniaque libre, soit de matière albuminoïde. Le composé obtenu dans ces conditions présente un spectre caractéristique, découvert déjà par Stockes en 1864, et appelé par lui *spectre de l'hématine réduite*. Cette substance est désignée actuellement sous le nom d'*hémochromogène,* depuis que Hoppe-Seyler l'a identifiée avec le produit coloré de la décomposition de l'hémoglobine réduite. Ce dernier auteur a, de plus, signalé incidemment (*Zeitschrift für phys. Chemie*, Bd. II, S. 154) que la formation d'hémochromogène, lors de la réduction de l'oxyhématine, était facilitée par l'ammoniaque, l'albumine et un grand nombre de matières organiques.

» Les expériences suivantes montrent que par l'action directe de divers réducteurs sur les solutions alcalines (non ammoniacales) d'oxyhématine pure, il se forme, non pas de l'hémochromogène, mais un composé caractérisé par un spectre spécial, que nous n'avons trouvé mentionné nulle part, et que nous désignerons sous le nom d'*hématine réduite;* c'est ce composé qui fournit secondairement l'hémochromogène par l'action de l'ammoniaque, d'amines ou de matières albuminoïdes.

» 1° De l'oxyhématine pure, préparée par le procédé Cazeneuve, en solution dans de la soude à 1 pour 100 (ou même à 1 pour 1000), présente un spectre d'absorption constitué par une bande unique à bords estompés, située entre C et D et dont le milieu correspond environ au $\lambda = 618$.

» L'addition d'un réducteur tel que sulfure neutre de potassium, sulfure acide de sodium, sulfure ammonique, tartrate ferreux, hydrosulfite de sodium, fait disparaître rapidement la bande signalée plus haut et fait apparaître une bande analogue, dont le milieu coïncide sensiblement avec la raie D. Ce spectre n'est pas modifié par un excès de réducteur (au bout de quelque temps, le liquide se trouble, mais le précipité formé, mis en suspension dans le liquide, présente le même spectre. Nous attribuons ce spectre à la formation d'hématine réduite; en effet, il suffit d'insuffler un peu d'air dans la solution pour oxyder cette hématine et faire reparaître immédiatement le spectre de l'oxyhématine, cette oxyhématine pouvant être de nouveau facilement réduite par l'action du réducteur.

» Nous avons pu obtenir la formation de l'hématine réduite, avec un spectre iden-

tique, en opérant sur de l'oxyhématine dissoute dans une solution alcoolique de soude ou dans une solution aqueuse de carbonate de soude.

» 2° Si à l'hématine réduite ainsi obtenue par l'action des réducteurs sur les solutions d'oxyhématine pure, on ajoute un léger excès d'ammoniaque ou de divers composés à fonction amine (éthylamine, aniline, glycocolle, taurine), la bande de l'hématine réduite disparaît et la solution donne très nettement le spectre de l'hémochromogène. L'apparition de ce spectre est plus ou moins rapide suivant la nature et la quantité de la substance ajoutée.

» Diverses amides, et en particulier l'urée, essayées dans les mêmes conditions, ne nous ont pas donné d'hémochromogène.

» 3° Au contraire, des traces de matière albuminoïde produisent rapidement la transformation d'hématine réduite en hémochromogène. La dose d'albumine nécessaire est, en effet, excessivement minime : en faisant agir le sulfure de potassium sur des solutions d'oxyhématine dans la soude à 1 pour 100, renfermant $0^{gr},001$ pour 100 d'albumine d'œuf, et examinant le liquide sous une épaisseur de 6^{cm} à 7^{cm}, nous avons pu observer très nettement le spectre de l'hémochromogène. Nous l'avons obtenu aussi en ajoutant, à 2^{cc} de solution d'oxyhématine dans la soude à 1 pour 100, un peu de sulfure de potassium et quelques gouttes d'une solution d'albumine ne représentant en tout que $0^{mgr},05$ d'albumine sèche (le liquide était examiné sous une épaisseur de 1^{cm}). Cette formation d'hémochromogène, dans les conditions que nous venons de signaler, constitue donc une réaction, sinon caractéristique, du moins *très sensible*, de l'albumine.

» 4° L'hémochromogène obtenu par l'action des réducteurs sur l'oxyhématine en présence d'ammoniaque, d'amines ou de matière albuminoïde de l'œuf [1] redonne, sous l'influence de l'air, de l'oxyhématine, ou seulement de l'hématine réduite si la solution contient un excès de réducteur.

» La position des deux bandes de l'hémochromogène, obtenu dans chacun des cas signalés, présente toutefois de légères variations selon la nature du corps azoté ajouté à l'hématine : le milieu de la première bande, la plus intense et la plus nettement délimitée, oscille autour du λ 560.

» On peut se demander si ces variations spectrales sont dues à la différence d'action des diverses substances azotées sur l'hématine réduite ou simplement à la différence de composition du dissolvant; dans ce dernier cas, l'hémochromogène se formerait toujours par l'action de l'ammoniaque sur l'hématine réduite, que cette ammoniaque soit ajoutée directement ou qu'elle se produise secondairement par l'action de la soude (qui sert à dissoudre l'hématine) sur les amines ou l'albumine. Cette dernière hypothèse nous paraît peu probable, particulièrement pour le cas de l'albumine.

---

(1) Avec certaines matières albuminoïdes, et dans des conditions dont nous poursuivons l'étude, l'hémochromogène donne par oxydation un spectre à deux bandes analogue à celui de l'oxyhémoglobine.

En effet si, pour dissoudre l'hématine, on remplace la soude par du carbonate de soude, on peut encore obtenir de l'hémochromogène par addition de réducteur et d'albumine. De plus, la formation d'hémochromogène a lieu en présence d'une trace d'albumine, et nécessite, au contraire, une quantité relativement considérable d'ammoniaque libre. Enfin, nous n'avons pu déceler, par le réactif de Nessler, la formation de traces d'ammoniaque en faisant agir la soude à 1 pour 100 sur l'albumine. On peut donc supposer qu'il existe plusieurs hémochromogènes. Nous poursuivons actuellement des recherches en vue d'élucider cette question. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les altérations histologiques de l'écorce cérébrale dans quelques maladies mentales.* Note de M. **R. Colella**, présentée par M. Charcot.

« Appliquant les méthodes de recherche découvertes par Golgi à l'étude des divers lobes du manteau cérébral dans les maladies mentales, je rapporterai, dans cette première Communication, les recherches histopathologiques suivantes, relatives à la *démence paralytique* et à la *psychose alcoolique*.

Observation I. — *Paralysie générale progressive; le sujet était syphilitique.*

» Les altérations sont surtout évidentes dans les circonvolutions fronto-pariétales et dans celles de l'*insula*. Les *vaisseaux sanguins* sont là le siège de lésions assez avancées, et diffuses dans les diverses couches de l'écorce et dans la substance blanche (extravasats sanguins dans les gaines lymphatiques péri-vasculaires, métamorphose régressive des éléments émigrés, formation globulaire de forme et de grandeur variées, assez réfringentes, adossées à la paroi vasculaire, anévrismes miliaires, néoformation de capillaires).

» De même apparaissent nettement les altérations des *éléments névrogliques* (dimension insolite et augmentation du nombre des cellules arachniformes, rapports anormaux et gonflements en massue des prolongements cellulaires d'insertion aux parois des vaisseaux).

» En ce qui concerne les *éléments nerveux*, le protoplasma cellulaire et les prolongements protoplasmiques présentent des phases diverses de métamorphose régressive, depuis la tuméfaction hyperplastique jusqu'à l'atrophie avancée. Par contre, les prolongements nerveux se montrent plus longtemps résistants et ne sont détruits que par un petit nombre d'éléments, et seulement plus tard. Les fibrilles nerveuses, émanant de ces prolongements, reproduisent, çà et là, quelques-uns des caractères rencontrés dans ceux-ci (aspect granuleux, nodosités fréquentes, etc).

Observation II. — *Démence paralytique, avec intoxication alcoolique.*

» Les lobes pré-frontaux et le segment supérieur des circonvolutions rolandiques sont le siège de lésions avancées. Aucune altération des parois ou de la lumière des vaisseaux, aucune néoformation de capillaires. On ne relève notamment pas d'augmentation numérique des cellules névrogliques; seulement celles qui existent normalement apparaissent là avec plus d'évidence que dans l'état ordinaire elles sont : hypertrophiées.

» Les prolongements cylindriques de la substance nerveuse sont franchement anormaux, à leur origine, dans leur parcours et leurs ramifications : aspect de leurs contours, variabilité de diamètre, renflements moniliformes, etc. Il n'existe aucun rapport de solidarité entre l'état des prolongements nerveux et celui des arborisations protoplasmiques; celles-ci ne présentent que des altérations rudimentaires.

Observation III. — *Psychose alcoolique.*

» Les lésions portent essentiellement sur les prolongements cylindriques, avec participation à peine appréciable des corps cellulaires et des ramifications protoplasmiques, sans qu'il y ait de modification anormale visible dans le tissu interstitié ni dans le réseau vasculaire. Les altérations sont disséminées çà et là, non pas en foyer, mais pour ainsi dire sur chaque élément. Il ne paraît pas y avoir de prédilection spéciale du processus morbide sur des aires corticales définies.

» Me guidant sur les recherches anatomo-microscopiques rapportées ci-dessus, je proposerai les conclusions suivantes :

» 1° Dans la *paralysie générale progressive avec infection syphilitique,* les altérations histologiques portent surtout sur les vaisseaux sanguins, sur les cellules névrogliques, ainsi que sur le protoplasma cellulaire et les prolongements protoplasmiques des éléments nerveux; les prolongements cylindraxes ne sont détruits que dans peu d'éléments et seulement plus tard. Les altérations débutent essentiellement dans le réseau vasculaire.

» 2° Dans la *démence paralytique avec intoxication alcoolique,* on constate nettement une hypertrophie des cellules arachniformes, et différentes phases de troubles régressifs de la nutrition dans les prolongements nerveux. Altérations rudimentaires dans les prolongements protoplasmiques. Intégrité des vaisseaux sanguins.

» 3° Dans la *psychose alcoolique,* l'examen histo-pathologique fait reconnaître l'existence d'une altération essentiellement parenchymateuse, portant sur les prolongements nerveux, avec participation à peine appréciable des corps ganglionnaires et des ramifications protoplasmiques. Névroglie et vaisseaux sains.

» 4° L'intime succession morbide anatomique entre le réseau vasculaire, les cellules névrogliques et les prolongements protoplasmiques rencontrée dans l'observation I, la façon analogue de se comporter des arborisations protoplasmiques et des vaisseaux sanguins, constatée dans les observations II et III, l'absence de tout rapport de solidarité entre l'état des prolongements protoplasmiques et nerveux, démontrent :

» (*a*) Qu'on doit attribuer aux uns et aux autres une signification physiologique bien différente;

» (*b*) Que les prolongements protoplasmiques ont des rapports intimes avec les cellules névrogliques et avec les vaisseaux sanguins, d'où il suit qu'on doit leur attribuer un rôle dans la nutrition du tissu nerveux. »

ZOOLOGIE. — *De la structure et de l'accroissement du test calcaire de la Balane* (¹) (B. Tintinnabulum). Note de M. **A. Gruvel**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'étude de la coquille calcaire de la Balane semble avoir été complètement délaissée par les derniers auteurs qui se sont occupés de l'étude des Cirrhipèdes. Il y avait là une lacune à combler. Ce sont les principaux résultats obtenus que renferme cette Note.

» Le test de la Balane se divise en deux parties : 1° la paroi ou muraille; 2° la base.

» Trois procédés ont été mis en usage : 1° les coupes minces calcaires faites au polissoir; 2° la décalcification complète des tissus par un réactif approprié; 3° un procédé qui tient des deux précédents.

» Le test de ces animaux renferme des éléments histologiques qui disparaissent par la décalcification et, d'autre part, il est difficile d'obtenir au polissoir des coupes suffisamment minces pour permettre l'étude facile de ces éléments histologiques. Il importait donc de trouver un procédé particulier qui facilitât les recherches à ce sujet. Le détail de ce mode opératoire, ne pouvant trouver place dans cette Note, sera exposé ultérieurement avec tous les développements qu'il comporte.

» La paroi de la coquille de la Balane peut être décomposée en trois parties : une partie interne produite par le manteau, une partie externe di-

---

(¹) Travail fait au laboratoire de Roscoff.

rectement sécrétée par les glandes du test qui y sont contenues, et enfin une troisième formant des sortes de colonnettes calcifiées.

» La première partie ou partie interne se décompose en trois couches :

» 1° Une couche interne, anhyste, traversée par de nombreux petits canaux qui se rendent à la base d'autant de petites soies perforées à leur extrémité, disposées en rangées parallèles et dans lesquelles circule le liquide de la cavité générale. C'est cette couche que Darwin appelait *membrane operculaire*. J'ai appelé ces organes, à cause de leur fonction, des *soies respiratoires*.

» Entre ces rangées de soies et extérieurement, se trouve un véritable épithélium, formé de cellules polygonales irrégulières, à gros noyaux.

» Enfin, plus intérieurement, une série de lames concentriques se recourbant à leur partie supérieure en forme de capuchon qui s'emboîtent presque les uns dans les autres. Ces lames sont formées d'une membrane anhyste transparente, percée dans toute son étendue de trémas irréguliers et de forme allongée.

» La deuxième partie présente, sur la coupe non décalcifiée, des formations très régulièrement espacées, un peu en forme de feuilles de chêne, et qui ne sont autre chose que de véritables glandes calcaires dont le canal excréteur va déboucher directement au dehors.

» Souvent ces premières glandes sont complètement calcifiées et l'on voit alors se former plus extérieurement une glande jeune qui emprunte généralement le canal excréteur de la première.

» Tandis que les glandes anciennes sont transparentes, excepté dans le fond des culs-de-sac, ces dernières sont opaques et n'occupent pas, comme les autres, toute la hauteur de la paroi.

» C'est surtout dans les glandes jeunes que l'on peut mieux étudier la structure cellulaire. On voit alors un endothélium formé de cellules aplaties laissant, au milieu du cul-de-sac, un espace libre le plus souvent rempli de granulations foncées.

» Ces glandes disparaissent complètement lorsqu'on décalcifie la paroi et l'on ne trouve plus que leur empreinte sur le tissu intermédiaire décalcifié.

» Enfin la couche la plus externe est formée par une cuticule mince irrégulièrement plissée, portant des poils en rangées parallèles et sur laquelle se développent toutes sortes de végétations.

» Les colonnettes calcifiées que l'on rencontre entre les glandes occupent ainsi toute la hauteur de la paroi et sont formées sur une coupe dé-

calcifiée d'une série concentrique de couches d'une membrane anhyste à trémas, absolument semblable à celle que nous avons vue plus haut formant la portion interne de la première partie. Entre ces couches concentriques se trouvent de nombreuses petites cellules, entièrement noyées dans un épais pigment noir. Dans leur partie supérieure, ces colonnettes sont pleines; à la partie inférieure, au contraire, elle ont une cavité centrale, contenant, au milieu d'une masse pigmentaire noire, un grand nombre de cellules graisseuses, avec des cellules endothéliales en rangées concentriques.

» La base est formée de plusieurs couches superposées. Ce sont, en allant de l'extérieur à l'intérieur : 1° une couche épithéliale à cellules polygonales irrégulières séparées par un ciment, et laissant passer entre elles les dernières ramifications des canaux cémentaires; 2° une seconde couche de canaux cémentaires très régulièrement disposés en rangées concentriques et d'où se détachent les canaux de la couche plus externe; 3° une série de canaux radiaires faisant suite aux colonnettes de la paroi et remplis de graisse, de pigment et de cellules à petits noyaux; 4° deux séries rayonnantes de glandes cémentaires desquelles se détachent des groupes de canaux cémentaires principaux d'une structure spéciale. Les canaux d'origine, dirigés suivant les rayons, donnent naissance latéralement à des canaux concentriques et le tout forme un réseau, relativement très régulier. Entre ces canaux court un véritable réseau d'un tissu conjonctif à cellules un peu spéciales. Enfin le tout est recouvert par une membrane anhyste granuleuse (1). L'accroissement de cette base se fait par la partie périphérique.

» Quant à l'accroissement général de la coquille, il peut se résumer ainsi : la partie interne est sécrétée par le manteau, la partie externe par les glandes qu'elle contient et qui déversent leur produit au dehors.

» Les colonnettes calcifiées ne concourent que pour très peu à l'accroissement. Souvent elles manquent (*B. perforatus*), ce qui n'empêche pas la coquille de croître.

» La paroi s'accroît donc par toute sa hauteur et particulièrement par sa partie inférieure.

» Quant à l'accroissement en diamètre de la loge, il est produit par des replis foliacés qui séparent les segments de la paroi et dont les feuillets de

---

(1) Je ne donne ici que la structure d'une coquille typique; cette structure varie un peu d'un échantillon à un autre.

deux segments adjacents s'engrènent les uns dans les autres. Ces replis foliacés, cellulaires, sont fixés par leur bord interne, libres par leur bord externe et sécrètent en même temps latéralement et extérieurement.

» Des canaux traversent toute la paroi et se distribuent aux différentes parties qui la composent.

» Les valves operculaires (*terga* et *scuta*) rappellent exactement par leur structure la portion interne de la paroi. Leur accroissement se fait par le manteau qui sécrète des couches superposées d'une membrane anhyste séparées par des couches cellulaires. Elles portent extérieurement des soies respiratoires avec un épithélium cellulaire. »

ZOOLOGIE. — *Sur les causes de la viridité des Huîtres.* Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

» En étudiant, il y a trente ans, les Huîtres que l'on produit à Marennes, je constatai que le fond des *claires* où l'on verdissait les Huîtres était recouvert par une matière verte, d'origine végétale, et j'acquis la conviction que la présence de cette matière était la condition nécessaire et suffisante de la production de la viridité.

» On sait que la coloration en vert n'est pas généralisée, mais localisée dans les branchies, les palpes buccaux et l'intérieur des voies digestives. Il est essentiel de remarquer que, soit pour les besoins de l'alimentation, qui est continue, soit pour l'exercice de la respiration, les particules de matière verte, en suspension dans l'eau ambiante, sont mises nécessairement en contact avec les parties que je viens d'indiquer. L'examen microscopique des organes verdis me montra que les cellules superficielles étaient teintes en vert. Plusieurs de ces cellules retenaient des particules de matière verte et il me sembla que, par l'effet de l'assimilation du pigment par la cellule, celui-ci passait dans la masse protoplasmique.

» Je m'arrêtai donc à cette idée que les éléments cellulaires des tissus verdis étaient teints par le passage, dans leur protoplasma, du pigment de la matière verte dont l'Huître se nourrit abondamment et qui contribue à l'excellence de sa chair.

» Cette coloration n'est que temporaire. L'Huître verte, transportée et conservée dans des claires dépourvues de la matière qui l'a teinte, finit par se décolorer, après un temps variable suivant diverses conditions intrinsèques et extrinsèques.

» Quelle est la nature de la matière qui verdit les Huîtres? Le temps et les occasions me manquèrent pour poursuivre cette étude d'une façon satisfaisante; aussi le résultat de mes recherches ne fut-il point publié. Je crus reconnaître pourtant que cette matière provenait surtout de Chlorophycées à l'état de spores ou à diverses phases de développement.

» On verdit encore les Huîtres en les conservant dans des eaux tenant en dissolution des sels de cuivre, pour lesquels ces Mollusques montrent une grande tolérance. Mais, ainsi verdie, l'Huître est détestable, nuisible et la coloration en vert est généralisée.

» On peut aussi obtenir une coloration bleue localisée chez les Huîtres ou d'autres Bivalves, en les faisant vivre dans des eaux tenant en suspension de l'indigo. Dans ce cas, bien entendu, il s'agit d'une simple expérience biologique, n'ayant aucune application pratique.

» Du reste, l'assimilation de matières colorantes d'origine animale ou végétale par divers Invertébrés marins joue un rôle dans les phénomènes de mimétisme chromatique, phénomènes dont, à mon sens, on a exagéré l'importance. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Remarques géologiques sur les fers météoritiques diamantifères.* Note de M. **Stanislas Meunier**, présentée par M. Henri Moissan.

« La découverte que M. Moissan vient de faire de la synthèse du diamant a été, en partie, inspirée par la démonstration de la présence du carbonado dans un fer météorique. M. Foote ayant, en 1891, adressé un échantillon du fer de Cañon Diablo au Harvard College de Cambridge (Massachussets), le professeur Kœnig (de Philadelphie) trouva dans son intérieur une géode tapissée de petits diamants noirs (¹). Cependant, bien que l'auteur eût décrit ses expériences avec beaucoup de détails, le résultat semblait demander confirmation, en raison des déceptions qui s'étaient déjà produites à propos de différentes météorites annoncées comme diamantifères. M. Foote ayant apporté des échantillons en Europe, les savantes Communications de M. Mallard, puis de M. Friedel, mirent complètement hors de doute l'existence du diamant météoritique.

» Le procédé synthétique de M. Moissan, qui fait intervenir une tem-

---

(¹) *American Journal,* t. XLII, livraison de novembre 1891.

pérature élevée, doit nous porter à supposer, au moins provisoirement, que les fers météoriques diamantifères sont, avant tout, des produits de fusion. Mais il importe de ne pas généraliser trop vite cette conclusion.

» En effet, les fers dans lesquels on trouve des diamants sont loin d'avoir les caractères qu'on peut appeler normaux; ils s'éloignent beaucoup de la description qui convient aux fers météoriques types.

» Ceux-ci, coupés à la scie et polis, sont d'une apparence aussi homogène que nos aciers les plus fins, apparence qui contraste avec leur hétérogénéité réelle; c'est seulement sous l'action des acides qu'il s'y dessine un réseau parfois très compliqué, auquel on donne le nom de *figure de Widmannstætten* et qui y révèle la coexistence d'alliages très inégalement solubles.

» Dans le fer de Cañon Diablo, il suffit de scier une surface, sans la polir, pour obtenir, sans l'intervention d'un acide, une mosaïque qui peut rappeler de loin les figures précédentes, mais qui n'a rien de commun avec elles et que le polissage fait souvent disparaître. Ces délinéaments résultent de l'existence, au sein de la masse d'un fer nickelé plus ou moins homogène, de lamelles d'une matière phosphorée connue sous le nom de *schreibersite*, peu abondante dans les fers ordinaires où elle est disposée tout autrement.

» L'intérêt de cette remarque ressortira du fait que le fer de Magura (Arva), où M. Weinschenck a annoncé la présence, d'ailleurs non confirmée par M. Berthelot, de grains adamantins, appartient rigoureusement au même type lithologique que le fer de Cañon Diablo; type dans lequel se range aussi, avec quelques autres, le fer de De Kalb, County (Caryfort), Tennessee, où il y a évidemment lieu de faire la même recherche. Ces masses font partie du type désigné sous le nom d'*Arvaïte* dans la collection de météorites du Muséum.

» Quant aux fers qui donnent les très belles figures de Widmannstætten et dont l'origine m'a précédemment occupé, ils contiennent, en général, fort peu de carbone et parfois même n'en manifestent aucune trace.

» Certainement l'histoire de ces roches métalliques est infiniment plus compliquée qu'on n'est porté à le croire tout d'abord. Suivant les types considérés, différents modes de production originelle ont dû intervenir. »

M. **Daubrée** présente, au nom de l'auteur, M. *Michel Venukof*, une *Carte ethnographique de la Russie d'Asie*, exécutée en 1875 sur l'ordre du Ministre de la Guerre et complétée en 1893.

« Un simple coup d'œil fait reconnaître la place importante qu'occupent les Tougouses, les Iakoutes, les Kirghises et les peuplades finnoises (Soyotes, Ostiaks, Samoyèdes, etc.). Ce qui n'est pas moins digne d'intérêt, c'est de voir que la colonisation russe, depuis trois siècles, s'opère d'après un programme bien établi et méthodiquement suivi, en commençant à peupler les grandes routes, ainsi que les frontières. Ce système, tout à fait rationnel, qui ressort de l'examen de la Carte, a abouti à acquérir de vastes pays, sans guerre et par une action morale (1). »

M. **Daubrée** présente également une brochure de M. *Michel Venukof*, donnant la liste des voyageurs russes qui ont exploré l'Asie pendant les quarante dernières années, dans un but scientifique, et qui ont publié leurs relations. Leur nombre atteint 320. C'est un document qui intéressera tous ceux qui s'occupent de la géographie de l'Asie, y compris la Chine, la Turquie et la Perse.

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 février 1893.

Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon. Tome cinquième. Lyon, Henri Georg, 1892; 1 vol. in-fol. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Association française pour l'avancement des Sciences. 21e session. Paris, 1892; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Contribution à l'étude de la myologie comparée : Membre postérieur chez un certain nombre de Batraciens et de Sauriens, par A. Perrin. (Extrait du *Bulle-*

---

(1) Le texte explicatif se trouve dans la *Description des frontières russes en Asie* (deux Volumes en langue russe, 1875-76).

tin scientifique de la France et de la Belgique.) Paris, G. Carré et P. Klincksieck, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Perrier.)

Revue internationale de Sociologie, par René Worms, agrégé de Philosophie, Docteur en droit. N° 1, janvier-février. Paris, Giard et Brière, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Perrier.)

Tables d'azimut pour tous les points situés entre les cercles polaires et les astres dont la déclinaison est comprise entre 0° et 48°. — Variation automatique, détermination instantanée du relèvement vrai, contrôle de la route, par Decante, Lieutenant de vaisseau en retraite. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 7 vol. in-8°.

Une page d'Histoire médicale, à propos de la découverte du Dr Willems, de Hasselet, par le Dr Louis van Weddingen, de Herck-la-Ville. Hasselet, 1893; 1 broch. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 13 février 1893.)

Note de M. *F. de Salvert,* Sur une forme explicite des formules d'addition des fonctions hyperelliptiques, etc. :

Page 305, ligne 11, *au lieu de* des inconnues λ, *lisez* des inconnues λ_i.

Page 307, ligne 10, *au lieu de* l'indice entier ne pouvant...., *lisez* l'indice entier m pouvant.....

Même page, ligne 13, *au lieu de* $\varphi_{n+k} = \varphi_n$, *lisez* $\varphi_{n+k} = \varphi_k$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 FÉVRIER 1893.

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Berthelot** présente à l'Académie un Ouvrage qu'il vient de publier, sous le titre : « Traité pratique de Calorimétrie chimique (¹) ».

Cet Ouvrage renferme l'exposé des méthodes de mesure et des appareils employés en Thermochimie, méthodes éprouvées par une longue expérience et qui ont servi, depuis vingt-cinq ans, à l'exécution des travaux de ses élèves au Collège de France.

M. **Duclaux** présente à l'Académie un petit volume intitulé *Principes de laiterie,* dans lequel il s'est attaché à mettre en lumière le rôle capital

(¹) Paris, Gauthier-Villars et fils, et G. Masson; petit in-18.

joué par les microbes dans les diverses opérations de l'industrie du lait, du beurre et du fromage. C'est en somme un *Traité de laiterie* écrit, non au point de vue technique, mais au point de vue microbien.

ZOOLOGIE. — *Sur l'essai d'ostréiculture tenté au laboratoire de Roscoff.* Note de M. DE LACAZE-DUTHIERS.

« Dans la séance du 2 mars 1891, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie les premiers résultats obtenus dans le vivier du laboratoire de Roscoff, où j'avais placé du naissain au mois d'avril 1890. Lors de cette Communication, je mettais sous les yeux de l'Académie des échantillons dont la taille est indiquée dans les *Comptes rendus* (t. CXII, séance du 2 mars 1891) par des dessins fort exacts, pris en posant les coquilles des Huîtres sur le papier et en suivant leurs contours avec un crayon.

» Précédemment, dans une première Communication du 26 juin 1890, j'avais montré combien le développement des jeunes Huîtres, mises en expérience à l'état de naissain dans le mois d'avril précédent, avait été considérable et avait marché régulièrement.

» Après un an de séjour dans le vivier, les Huîtres avaient déjà une belle taille; elles étaient devenues marchandes.

» L'accroissement très rapide ne pouvait faire de doute. La mortalité ayant été presque insignifiante, on devait reconnaître que l'élevage à Roscoff était non seulement possible, mais encore facile.

» Si je présentais ce premier résultat comme positif, je m'empressais d'ajouter :

» Reste une question qui a bien son importance, et qui ne pourra être jugée qu'après un nouveau temps de séjour dans le vivier. Il s'agit de la qualité au point de vue de la saveur du mollusque. Après une première période qui semble avoir été employée par l'animal à étendre les proportions de sa taille, l'Huître doit, suivant l'expression des ostréiculteurs, *s'engraisser et prendre du corps.* Il faut attendre encore pour se prononcer sur cette qualité; en ce moment, on peut dire que les Huîtres élevées à Roscoff ont une saveur fine et délicate, mais qu'elles ne sont pas encore complètement grasses.

» En novembre dernier, à une époque où était déjà dépassée depuis longtemps la seconde année de séjour dans le vivier, je me disposais à faire connaître dans quel état étaient les animaux dont je viens de rappeler et l'origine et la rapidité de croissance, lorsque l'un de nos confrères,

ayant visité le laboratoire de Roscoff, en faisant une tournée sur nos côtes pour se rendre compte des progrès de l'ostréiculture dans l'Océan et la Manche, a constaté et publié les faits suivants : Il a fait connaître à la Société nationale d'Agriculture quelle avait été son impression en visitant le vivier du laboratoire de Roscoff et les divers parcs d'élevage ou huîtrières.

» Il a bien voulu me répéter ce qu'il a affirmé une première fois à la Société d'Agriculture, à savoir que *les résultats qu'il a constatés à Roscoff étaient en tout supérieurs à ceux qu'il avait pu voir dans toutes les autres localités*. La saveur des Huîtres de Roscoff lui a paru devoir mériter bien facilement les suffrages des plus fins gourmets; quant à la taille, il l'a également trouvée supérieure à celle d'Huîtres du même âge élevées en d'autres parcs.

» Notre Confrère, M. Chatin, m'avait donc devancé dans la réponse à faire à la question secondaire que je rappelais plus haut et je dois le remercier de l'empressement qu'il a mis à publier son témoignage favorable.

» On sait que les Huîtres, pendant la période des chaleurs, perdent une partie de leurs bonnes qualités. Aussi quand, au mois d'août dernier, je me suis rendu à Roscoff, lorsque le laboratoire était en pleine activité, je n'ai pu constater que la fort belle taille acquise depuis que je ne les avais vues; mais quand j'ai voulu m'assurer de leur saveur, je constatai une fois de plus ce que j'ai déjà dit à l'Académie : c'est que, après le printemps, dans l'été, c'est-à-dire dans les mois sans R, la qualité est fort différente de celle que l'on peut constater dans l'automne et l'hiver.

» M. Chatin est passé à Roscoff en octobre et les choses avaient déjà bien changé depuis le mois d'août; aujourd'hui, de l'avis de personnes parfaitement compétentes, les Huîtres élevées dans le vivier de Roscoff sont excellentes; il faut cependant signaler ce fait qu'elles ne sont pas toutes également grasses et charnues, ce qui n'a rien d'étonnant.

» Voilà donc la seconde question résolue. Et, en résumé, il est permis de dire aujourd'hui, que dans la localité de Roscoff non seulement l'Huître mise à l'état de naissain se développera et grandira vite et bien, mais encore qu'elle y acquierra une très bonne qualité.

» Il n'est pas inutile de revenir sur une autre question déjà posée : A côté d'un laboratoire de science pure, après vingt années d'études poursuivies avec succès et grande assiduité, quand le service du laboratoire est parfaitement assuré et que les recherches originales n'en peuvent souffrir, n'im-

porte-t-il pas d'aborder, pour les résoudre dans la limite du possible, quelques questions de Zoologie appliquée et aujourd'hui que le laboratoire de Roscoff a montré la possibilité de l'élevage des Huîtres et donné l'exemple, doit-il poursuivre ses essais?

» Comme il est quelquefois difficile de porter la conviction dans l'esprit des populations maritimes, je suis décidé à faire encore quelques élevages, non certes dans de grandes proportions, mais afin de conserver un exemple démonstratif sous les yeux des incrédules et de montrer combien il est facile d'obtenir, avec quelques soins, de bons résultats.

» La Communication faite à l'Académie en 1891, et que j'ai rappelée en commençant, se terminait ainsi :

» Il serait heureux que de nouvelles expériences étendues et poursuivies comme je vais le faire dans la campagne prochaine, en dehors du vivier, puissent déterminer la population maritime de Roscoff et de l'île de Batz à entreprendre des essais qui pourraient devenir pour elle et la contrée une source de produits rémunérateurs, comme cela est arrivé dans une foule de localités de notre littoral océanien.

» Ces expériences dont je parlais alors ont été faites; elles ont donné des résultats tout aussi satisfaisants, mais avec une différence qu'il est utile de signaler.

» Du naissain a été placé au même moment dans des caisses ordinaires, en avril 1891, à l'île de Batz, au mouillage des bâtiments à l'abri du môle, dans le parc du laboratoire, au sud de l'île Verte; enfin, dans le vivier. Dans le parc et à l'île de Batz, les caisses étaient soumises aux alternatives de la marée et d'assèchement; dans le vivier, au contraire, le naissain restait constamment immergé.

» Dans les deux premiers cas, la croissance a été, à peu de chose près, égale; dans le vivier, elle a été relativement beaucoup plus grande. Je ne voudrais pas en conclure définitivement que la submersion continue est absolument favorable à l'accroissement dans tous les cas; mais, dans l'espèce, le doute n'est pas possible.

» Dans le vivier, les Huîtres produisent une *barbe*, au bord mince ondulé, qu'on pourrait comparer à une fine étoffe légèrement plissée ou ondulée. Dans le parc et à l'île de Batz, la barbe a été bien moins longue : on dirait à voir les coquilles que les unes ont gagné en longueur ou étendue, les autres en épaisseur.

» Il faut ajouter que la marée montante, souvent houleuse, a dû secouer les Huîtres sur leur toile métallique et détruire cette sorte de bordure ou gance mince formant la barbe. Dans le vivier cette destruction ne doit

pas avoir lieu, l'eau y étant plus tranquille et y arrivant plus doucement.

» Quoi qu'il en soit, la différence dans la proportion de la taille est très notable entre les individus élevés dans ces deux localités.

» En terminant je rappelais encore, dans la même Note que je viens de citer, qu'on s'exposerait à de graves mécomptes, lorsque l'on veut faire des essais de pisciculture ou d'ostréiculture, si l'on ne recherchait tout d'abord à s'assurer de l'existence des conditions biologiques nécessaires à la vie des animaux qu'on veut multiplier. A Roscoff, il suffit de tourner des pierres qui n'ont pas été déplacées depuis longtemps, pour rencontrer sous elles, presque à coup sûr, quelques Huîtres souvent de fort belle taille; dans les rivières de Morlaix, dans celle de Saint-Pol de Léon, sur les îlots qui ne sont abordables, à marée basse, qu'à l'aide d'une embarcation, on y pêche des Huîtres que les marins appellent *Huîtres de roches*.

» Les conditions propres à la vie des mollusques existent donc sur les grèves et dans la mer Roscovite. Aussi, après avoir montré quel était l'accroissement de mes élèves, j'ajoutais, maintenant je puis le dire, je comptais absolument sur une réussite, sans m'attendre toutefois à un accroissement aussi rapide.

» Les résultats que j'ai l'honneur de faire connaître aujourd'hui à l'Académie confirment encore mieux les espérances que j'avais, elles les dépassent, puisque à l'accroissement rapide il faut maintenant ajouter la bonne qualité.

» Un dernier point mérite encore l'attention.

» Après les premières Notes publiées dans nos *Comptes rendus*, il me fut adressé, de différents pays étrangers, surtout de Belgique et d'Amérique, où il y a de nombreux éleveurs, cette question : « La reproduction a-t-elle eu lieu chez les Huîtres élevées et conservées dans le vivier de Roscoff? » Voici les faits constatés et qui répondent à ces demandes.

» En 1891, au mois de juillet et au commencement d'août, bon nombre des Huîtres élevées dans le vivier étaient en lait, ou renfermaient des embryons très viables, car ils étaient fort actifs. Mais il s'en fallait de beaucoup que tous les individus se fussent ainsi reproduits.

» En 1892 les mêmes Huîtres, déjà beaucoup plus belles, plus lourdes, ayant plus de corps qu'en 1891 et arrivant à leur troisième été de séjour dans le vivier se sont de même reproduites. J'ai montré leurs embryons, très vivaces à Paris, à la Société nationale d'Agriculture et à Roscoff, à des savants belges faisant des recherches au laboratoire.

» Quant à la production de naissance en grande quantité, je ne saurais encore me prononcer. Il importe de prolonger l'expérience et de voir si l'âge n'est pas un facteur dont il faut tenir grand compte dans la solution du problème qui se pose.

» Mais voici un fait observé par mon dévoué gardien Marty, qui s'est occupé avec le plus grand soin et le plus grand zèle de l'élevage des Huîtres dans le laboratoire.

» La prise d'eau en mer, par la pompe à vapeur, qui alimente l'aquarium a été disloquée par une forte marée dans un gros temps; mais afin que le service du laboratoire fût en tout temps assuré et ne pût jamais être interrompu, j'avais pris le soin, lors de l'installation de la machine à vapeur, de faire poser deux prises d'eau, l'une en mer ouverte, l'autre dans le vivier où le niveau reste à peu près constant, même à marée basse. Pendant la saison de la reproduction, l'avarie de la prise d'eau en grève m'avait contraint à puiser l'eau dans le vivier; ainsi le réservoir fournissant à l'aquarium ne recevait d'autre eau que celle du vivier. Il y a dans ce réservoir ou citerne un flotteur qui fait connaître le niveau de l'eau. Ce flotteur est formé tout simplement d'un rondin de bois. On sait que les embryons d'Huîtres se fixent facilement sur le bois. Il y avait, il y a encore sur ce flotteur plus d'une douzaine d'Huîtres bien vivantes, dont la taille est aujourd'hui assez considérable. Leur plus grand diamètre, à la date du 20 février 1893, est de $0^m,055$ et $0^m,06$.

» Il est donc permis de conclure de ce fait, qui ne s'était jamais présenté encore dans le réservoir, que les embryons ont été aspirés par la pompe avec l'eau du vivier pendant la période de reproduction. Enfin, on voit aussi, sur les parois du vivier, du naissain qui a pour origine évidente les pontes des Huîtres qui sont élevées là depuis bientôt trois ans.

» Ainsi les Huîtres vivant dans un milieu enclos, lequel n'a qu'une étendue relativement peu considérable, mais dont l'eau est soumise aux mouvements des marées, sans éprouver les alternatives de l'assèchement, peuvent incontestablement se reproduire. Le fait est certain.

» Mais il reste à établir quelle est la proportion du nombre des individus acquérant les qualités prolifiques et quelle est l'influence de l'âge sur le développement des glandes génitales. Des observations plus longtemps prolongées pourront seules donner des renseignements plus précis.

» Toutefois si, d'après quelques faits d'anatomie constatés pendant les élevages dont il vient d'être question, il était permis d'émettre, sous toute

réserve, une opinion, je serais porté à croire que, pour que l'Huître se reproduise bien, il faut qu'elle ait pris du corps, ce qui ne se produit qu'à un certain âge, qui est à déterminer. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la détermination exacte du pouvoir pepto-saccharifiant des organes.* Note de MM. **R. Lépine** et **Metroz.**

« D'une Note précédente de l'un de nous (*Comptes rendus,* 23 janvier) il résulte que l'extrait aqueux de divers organes, mis en contact avec une petite proportion de peptone, transforme cette dernière en sucre. Voici, exposée dans ses détails, la méthode grâce à laquelle il est facile de déterminer l'énergie de leur pouvoir pepto-saccharifiant :

» On prend 30^{gr} d'organe frais, qu'on jette, aussitôt après l'avoir extrait du corps de l'animal, dans un vase entouré de glace; on les triture avec des instruments stérilisés et l'on y ajoute 4 parties d'eau stérilisée très froide. Au bout d'une heure ou deux, on filtre sur un linge stérilisé; on presse, et l'on parfait à 120^{gr} de liquide, qu'on divise en trois portions égales.

» Une d'elles, A, sert à doser le sucre préexistant (*s'il y en a*). A la deuxième portion C, on ajoute au moins 1 pour 100 de peptone sèche, soit au moins 0^{gr},4, et l'on fait tomber le mélange dans un ballon vide, préalablement immergé dans un bain-marie à 57°-58°C. Comme il est essentiel que ce mélange froid soit, instantanément, en quelque sorte, porté au-dessus de 54°C., afin d'éviter toute glycolyse, il faut le faire tomber goutte à goutte et *très lentement* dans le ballon. Dès que ce dernier a reçu quelques grammes de liquide on laisse les gouttes se succéder plus rapidement. Puis on abaisse légèrement la température du bain-marie au-dessous de 57°C. (une température supérieure est nuisible), mais en ayant soin de dépasser toujours 55°C., pour éviter la glycolyse. Au bout d'une heure on retire le ballon du bain-marie et l'on porte rapidement son contenu à l'ébullition; on filtre et l'on parfait à 40^{gr} avec de l'eau bouillie. La troisième portion, B, qui sert de témoin, est traitée identiquement de même, sauf qu'on n'y ajoute pas de peptone.

» Reste à doser le sucre dans le liquide des trois ballons :

» Le dosage au moyen de la liqueur de Fehling a le défaut d'être incertain : 1° par suite de colorations, dues aux peptones, qui masquent la fin de la réaction, et 2° à cause de l'existence de matières réductrices. Au contraire, le dosage par fermentation, si l'on prend diverses précautions, que nous allons indiquer, nous paraît rigoureux :

» A chacun des liquides des ballons A, B, C on ajoute $\frac{1}{10}$ de levure de bière, lavée et essorée, soit 4^{gr}; et, après addition d'une petite quantité d'acide tartrique, on l'in-

troduit dans une éprouvette sur le mercure. On l'y laisse vingt-quatre heures à 25° C. En même temps, on dispose dans les mêmes conditions deux expériences témoins : Dans l'une de ces deux nouvelles éprouvettes, D, on introduit 40gr d'eau bouillie, avec 4gr de levure et de l'acide tartrique; et dans l'autre, E, la même quantité d'eau, de levure et d'acide tartrique, plus 0gr,4 de peptone. Grâce à ces deux témoins, on saura quelle quantité de CO^2 produit la levure, soit seule, soit additionnée de peptone. Pour le dire en passant nous avons remarqué que, dans le second cas, la quantité de CO^2 est légèrement plus grande. Cela prouve que la levure, sous l'influence de la peptone, produit davantage de CO^2. Comme l'éprouvette C renferme de la peptone, il était nécessaire d'avoir un témoin dans les mêmes conditions. Nous ferons, à ce sujet, remarquer qu'une partie de la peptone de l'éprouvette C se transformant en sucre, l'éprouvette témoin E, dans laquelle on en a mis autant, en renfermera un peu plus pendant le cours des vingt-quatre heures que dure l'expérience. Il est possible que la quantité de CO^2 produite dans l'éprouvette E soit de ce fait augmentée, et qu'en conséquence nous retranchions du gaz de C une quantité trop forte; en d'autres termes, il est possible que la quantité de sucre produit aux dépens de la peptone introduite dans C soit *supérieure* à celle que nous obtenons, après soustraction du gaz de E. Il nous a paru nécessaire de faire cette remarque, afin de montrer que nos résultats sont plutôt inférieurs à la réalité.

» L'expérience réalisée, comme nous venons d'indiquer, avec cinq éprouvettes au moins [1], voici comment nous procédons, les vingt-quatre heures écoulées :

» Tout d'abord, dans chacune des éprouvettes, mesure du gaz libre, extraction avec la pompe à mercure du gaz dissous dans le liquide; addition de ces deux quantités, après correction de température et de pression; vérification que le gaz est complètement absorbé par la potasse caustique, sauf une bulle, le plus souvent tout à fait négligeable.

1° *Éprouvette* A. — Si, du gaz qu'elle renferme, nous retranchons celui de D, nous obtenons la quantité de $CO^2(a)$ produite par le sucre *préexistant* dans la macération de 10gr d'organe. Nous en tirons celle qu'aurait produit 1kg; et, de cette dernière nous déduisons le sucre, sachant que 0gr,05 de sucre donne 10cc,53 de CO^2, à 0° C. et à 760mm. Dans le cas où la quantité de gaz de A n'est pas sensiblement supérieure à celle de D, il n'y a pas de sucre préexistant en quantité dosable.

» 2° *Éprouvette* B. — Du gaz de B nous retranchons également celui de D et nous obtenons une quantité de gaz qui est toujours supérieure à *a*, parce qu'à la température (58° C.) à laquelle a été porté, pendant une heure, l'extrait aqueux, il se fait toujours, dans l'éprouvette B, sans addition de peptone, bien entendu, une certaine

---

(1) Nous disons *au moins*, parce qu'il est arrivé de faire usage d'une sixième éprouvette, ne différant de l'éprouvette B que par une proportion différente de peptone. Voir plus loin le Tableau (Rate 5). Dans ce cas, nous prenons 40gr d'organe au lieu de 30gr.

production de sucre, probablement aux dépens des albuminoïdes contenus dans l'extrait aqueux, et qu'à cette température il n'y a pas de glycolyse qui masque cette production. Si l'organe renferme du glycogène, ce dernier fournira aussi du sucre. Si, de la quantité de gaz contenu dans B et D, nous retranchons *a*, il restera une quantité (*b*) qui sera celle qui provient du sucre produit à la fois par les albuminoïdes et par le glycogène (s'il y en a) contenus dans 10gr d'organe. De *b* on tire celle qu'aurait produite 1kg d'organe, et, par suite, la quantité de sucre produit *spontanément,* si l'on nous permet cette expression, en une heure à 58° C.

» 3° *Éprouvette* C. — C'est celle qui renferme de beaucoup le plus de gaz. Si nous en retranchons le gaz de B et de E, nous obtenons le minimum (voir plus haut) de CO^2 provenant du sucre produit aux dépens de la peptone introduite dans l'éprouvette C. Nous en tirons la quantité de sucre qu'aurait produit 1kg d'organe et qui donne la mesure de ce que nous appelons le *pouvoir pepto-saccharifiant*. Nous le déterminons à 57°-58° C. afin d'éviter la glycolyse, mais nous rappelons qu'il se manifeste avec une grande netteté à la température physiologique, et même beaucoup plus bas.

» A titre d'exemple, voici quelques-uns de nos résultats :

Sucre.	Rate. (1).	Reins. (2).	Foie. (3).	Foie. (4).	Rate. (5).
Préexistant	0,48	0,70	6,77	0,78	0,06
Produit à 58° (spontanément)	0,49		2,55	1,11	0,11
Produit aux dépens de 1 pour 100 peptone..	0,50	1,06	1,42	»	0,07
Produit aux dépens de 2 pour 100 peptone..	»	»	»	1,56	»
Produit aux dépens de 5 pour 100 peptone..	»	»	»	»	0,26

» Les organes 1, 2 et 3 appartiennent à un chien sacrifié par hémorrhagie, quelques heures après qu'on lui avait fait une plaie cérébrale; il avait 1gr,18 de sucre par litre de sang. La rate et les reins ont été conservés deux jours, et le foie quatre jours dans la glace.

» La forte proportion de sucre préexistant dans ce foie tient à ce qu'il n'a pas été coupé en morceaux dès son extraction du corps de l'animal et par conséquent n'a pas été refroidi assez vite.

» Le foie 4 appartient à un chien sacrifié vingt-quatre heures après l'ablation du pancréas et aussitôt mis dans la glace où il a séjourné quatre jours avant d'être mis en expérience.

» La rate 5 a été enlevée à un chien sacrifié par hémorrhagie. »

ASTRONOMIE. — *Sur les photographies agrandies de la Lune, de M. le professeur* Weinek. Note de M. **Faye**.

« Notre Confrère M. Bischoffsheim, en ce moment absent de Paris, m'a adressé une courte série de photographies lunaires provenant de M. Wei-

nek, directeur de l'observatoire de Prague, qui les lui avait envoyées en communication.

» Ces photographies, qu'il m'a chargé de présenter à l'Académie, offrent un intérêt réel en ce qu'elles sont des représentations fort agrandies, par une pose très prolongée, des positifs obtenus à l'aide de la grande lunette (36 pouces anglais d'ouverture) de l'observatoire Lick, au mont Hamilton (Californie). Les premières photographies, obtenues *directement* à cette lunette, sont très belles, mais ne laissent distinguer rien de bien neuf sur la constitution du sol lunaire. Il n'en est pas de même des reproductions agrandies vingt fois après une pose de plusieurs jours. Celles-ci donnent sur la surface de la Lune des détails tout nouveaux, sur lesquels j'appelle l'attention des géologues. »

Plusieurs membres, entre autres MM. **Fizeau**, **Mascart**, **Cornu**, font des réserves sur l'interprétation de ces clichés qui semblent retouchés (*Tuschirung in 20facher Vergrösserung*, etc.).

Certaines apparences *vermiculées* offrent une netteté qui est en contradiction manifeste avec l'apparence générale très estompée du cliché lunaire.

MÉMOIRES LUS.

M. **de Baye** donne lecture d'un Mémoire sur les découvertes paléontologiques faites récemment en Sibérie.

(Commissaires : MM. Daubrée, Albert Gaudry.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'urée du sang dans l'éclampsie. Déductions pronostiques*. Note de M. **L. Butte**, présentée par M. Larrey.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Dans une Communication, faite en 1886, à la Société de Biologie, nous avions, M. Doléris et moi, donné les résultats des dosages d'urée faits d'après le sang de cinq éclamptiques; nous avions fait remarquer que, pour la plupart des cas, cette substance ne s'accumulait pas en excès dans le

liquide sanguin, et que, s'il existait parfois une légère augmentation, elle était beaucoup trop faible pour qu'on puisse lui attribuer un rôle dans la pathogénie de l'éclampsie.

» Depuis cette époque, j'ai poursuivi mes recherches, et je crois avoir obtenu des résultats intéressants, au moins au point de vue du pronostic de cette affection.

» J'ai aujourd'hui dosé l'urée dans le sang de douze éclamptiques, dont j'ai pu prendre l'observation; et voici, par ordre chronologique, les chiffres qui m'ont été donnés par l'analyse :

		Urée pour 100.
27 janvier 1885........	Guérison	0,035
1er février	Mort	0,028
8 février	Mort	0,017
12 mars	Mort	0,025
5 août	Guérison	0,046
27 février 1889........	Guérison	0,0513
25 avril	Mort	0,027
4 juin	Guérison	0,038
11 nov.	Guérison	0,038
17 déc.	Mort	0,027
5 mars 1890.........	Mort	0,0178
6 mars	Mort	0,096

» En réunissant tous les cas qui se sont terminés par la guérison, nous trouvons les chiffres de 0,0375, 0,046, 0,0513, 0,038 et 0,038.

» Quant à ceux qui ont été suivis de mort, nous avons 0,028, 0,017, 0,025, 0,027, 0,027, 0,0178 et 0,096.

» On sait que la quantité d'urée contenue normalement dans le sang, chez l'homme, varie de 0,016 à 0,020 pour 100.

» Il suffit de consulter les chiffres ci-dessus pour voir que, dans les cas heureux, il y a constamment une accumulation d'urée dans le sang, tandis que dans les cas mortels, sauf une seule fois où l'urée se trouve en grand excès, le poids de cette substance s'éloigne très peu de la normale.

» *A priori*, c'est le contraire auquel nous aurions dû nous attendre. Si, comme beaucoup d'auteurs l'admettent, l'éclampsie est due à une auto-intoxication par suite d'insuffisance rénale, nous devrions constater, comme dans les cas d'urémie, une accumulation énorme d'urée dans le sang dans les formes graves de la maladie. Or, c'est précisément le contraire qu'on observe, puisque dans les cas mortels, en ne tenant pas compte du dernier,

dont nous parlerons tout à l'heure, nous trouvons 0,023 pour 100 en moyenne, chiffre très voisin de la normale, tandis que, dans les cas heureux, nous voyons la moyenne s'élever à 0,042 pour 100, chiffre double de celui qu'on observe dans l'état physiologique.

» Il y a là un fait en apparence paradoxal, mais dont je crois avoir trouvé l'explication.

» Jusqu'à ces dernières années, les anatomo-pathologistes s'étaient surtout attachés à décrire les lésions rénales observées dans l'éclampsie; les altérations des autres viscères n'avaient presque pas attiré leur attention. En 1886, nous avions, M. Doléris et moi, signalé en passant l'existence d'altérations prononcées dans le foie d'une éclamptique; Jurgens, la même année, avait également constaté des lésions hépatiques dans cette affection; mais c'est en 1889 que les intéressantes recherches de Pilliet ont bien précisé la nature et la constance des altérations anatomiques dans l'organe hépatique des malades qui succombent à la suite de l'éclampsie. Il est maintenant bien démontré que cette affection s'accompagne non seulement de lésions du rein qui provoquent l'insuffisance rénale, mais aussi de lésions du foie qui peuvent avoir pour conséquence un arrêt ou un ralentissement dans ses fonctions, parmi lesquelles la formation de la glycose et de l'urée sont les plus importantes.

» Cette connaissance va nous permettre de comprendre pourquoi nous trouvons plus d'urée dans le sang des malades qui guérissent que dans le sang des malades qui meurent, bien que, dans les deux cas, le rein fonctionne mal.

» En effet, dans les cas mortels, les altérations hépatiques qui, à mon avis, sont les plus graves, sont tellement intenses qu'elles peuvent rendre la glande incapable de former l'urée en aussi grande quantité qu'à l'état normal, de telle sorte que, bien que le rein n'élimine qu'un faible poids de cette substance, il ne s'en produit pas en d'assez fortes proportions pour qu'elle se trouve en excès dans le liquide sanguin.

» Au contraire, dans les cas peu graves, où l'altération du foie n'est pas suffisante pour amener la mort, l'urée continue à être formée par cette glande et s'accumule dans le sang par suite du mauvais fonctionnement du rein.

» Mais il peut y avoir des cas où les lésions hépatiques ne sont pas très intenses, bien que les altérations rénales soient telles qu'elles empêchent l'élimination des produits excrémentiels et amènent la mort par le même mécanisme que l'urémie. Nous devons alors trouver un grand excès

d'urée dans le sang (cinq à six fois plus qu'à l'état physiologique) et c'est en effet ce que nous avons constaté dans notre dernière observation où la malade a succombé et où il y avait 0,096 d'urée pour 100. C'est d'ailleurs avec une accumulation d'urée dans le sang à peu près semblable que succombent les femmes enceintes atteintes d'albuminurie sans éclampsie. J'ai trouvé 0,097 d'urée dans 100^{gr} de sang chez une femme enceinte de huit mois et demi, albuminurique, non éclamptique, qui mourut, avec des phénomènes d'urémie, le lendemain du jour où l'on avait provoqué l'accouchement d'un enfant mort.

» En résumé, et, au point de vue du pronostic, je me crois en droit de conclure que, dans l'éclampsie, si la quantité d'urée contenue dans le sang est de deux fois à deux fois et demi plus grande qu'à l'état normal, la guérison est probable, tandis que la terminaison fatale est presque certaine lorsque le chiffre de l'urée est très voisin du chiffre physiologique. La mort doit également survenir quand l'accumulation de l'urée devient considérable et dépasse cinq à six fois le poids normal.

» Il me semble en outre qu'au point de vue de la pathogénie de l'éclampsie on peut tirer certaines conséquences de mes recherches et attribuer dans cette affection un rôle plus important aux altérations hépatiques qu'aux lésions rénales. »

M. **A.-L. Donnadieu** adresse une Note « Sur quelques cas particuliers de la Stéréoscopie ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Potier.)

M. **O. Gilbert** adresse un « Projet d'un ballon de guerre dirigeable ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **A. Calmette** adresse, de Saïgon, pour le concours du prix Barbier, deux Mémoires insérés dans les « Annales de l'Institut Pasteur ».

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. **Bertrand** offre à l'Académie, pour ses archives, au nom de Mme *Laugier*, le Mémoire manuscrit de *Malus*, sur la double réfraction, qui a obtenu le Grand prix des Sciences physiques en 1810.

M. **Aug. Kékulé**, nommé Correspondant pour la Section de Chimie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. l'**Inspecteur général de la Navigation** adresse, pour les Archives de l'Académie, les États des crues et diminutions de la Seine, observées chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle, pendant l'année 1892.

» Les plus hautes eaux ont été observées : à l'échelle de la Tournelle, le 23 février, à la cote $3^m,88$; à l'échelle du pont Royal, les 23 et 24 février, à la cote $4^m,97$.

» Les plus basses eaux ont été observées : à l'échelle de la Tournelle, le 24 août, à la cote $0^m,00$; à l'échelle du pont Royal, le 24 août, à la cote $1^m,77$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème général de l'intégration.* Note de M. **Riquier**, présentée par M. Darboux.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 28 mars 1892, j'ai fait connaître les résultats auxquels m'avait conduit l'étude du problème général de l'intégration : j'avais, à cette époque, effectué la réduction d'un système différentiel quelconque à une forme complètement intégrable, d'ordre égal ou supérieur à 1, que j'avais appelée *harmonique*, puis la réduction de cette dernière à une autre du même ordre que j'avais appelée *canonique ;* toutes deux impliquaient d'ailleurs, avec un nombre quelconque de variables indépendantes, un nombre également quelconque de fonctions inconnues.

» Une nouvelle étude que j'ai faite de la même question m'a conduit à des résultats plus simples, et j'ai pu, par des moyens analogues, démontrer la proposition suivante :

» *Étant donné un système différentiel dont les seconds membres sont nuls*

et les premiers olotropes dans quelque système de cercles, on peut, dans les circonstances générales et sauf la rencontre d'une relation non identique entre les seules variables $x, y, \ldots$, le remplacer par un second système admettant les mêmes intégrales, et formé de deux groupes d'équations G_1, G_2, qui jouissent de la double propriété ci-après énoncée : 1° l'une des fonctions inconnues, u, du système proposé ne se trouve plus impliquée dans le groupe G_2 ; 2° en substituant aux fonctions restantes des intégrales quelconques du groupe G_2, on transforme le groupe G_1, soit en une formule unique exprimant directement la fonction u à l'aide des variables $x, y, \ldots$, soit en un système harmonique complètement intégrable à la seule fonction inconnue u.

» En raisonnant de la même manière sur le système G_2, et continuant ainsi jusqu'à épuisement des fonctions inconnues, *on pourra* donc, *sauf la rencontre d'une relation non identique entre les seules variables $x, y, \ldots$, ramener l'intégration du système proposé à celle de systèmes harmoniques complètement intégrables, d'ordres égaux ou supérieurs à* 1, *et n'impliquant chacun qu'une seule fonction inconnue.*

» J'exposerai ailleurs, en détail, les raisonnements à l'aide desquels j'ai pu établir ce résultat. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines équations différentielles du premier ordre.* Note de M. **Vessiot**, présentée par M. Picard.

« Supposons que l'intégrale générale d'une équation différentielle du premier ordre

$$(1) \qquad \frac{dx}{dt} = F(x, t)$$

s'exprime par une formule *connue*

$$(2) \qquad x = f(x_1, \ldots, x_n, t, a),$$

où $x_1, \ldots, x_n$ sont n intégrales particulières *quelconques* et a une constante. *L'intégration de l'équation* (1) *se ramène alors à celle d'une équation de Riccati ou à deux quadratures.*

» Posons, en effet,

$$\alpha = f(x_1^0, \ldots, x_n^0, t, a),$$

$x_1^0, \ldots, x_n^0$ étant des constantes quelconques ; la formule (2) se change en

une équation

$$(3) \qquad x = g(x_1, \ldots, x_n, t, \alpha),$$

qui définit, d'après un théorème de M. Lie ([1]), un groupe de transformations de α en x, aux paramètres $x_1, \ldots, x_n$. Il en résulte d'abord, suivant les résultats bien connus de M. Lie sur les groupes à une variable, que n est égal à 1, 2 ou 3.

» Réduisons ensuite ce groupe à sa forme canonique : cela se fera par un changement de variables

$$(4) \qquad x = \varphi(X, t), \qquad \alpha = \varphi(A, t),$$

et le calcul de φ nécessite : dans le cas de $n = 1$, une quadrature; dans les deux autres, uniquement des éliminations ([2]). Si l'on pose en même temps

$$x_1 = \varphi(X_1, t), \qquad x_2 = \varphi(X_2, t), \qquad x_3 = \varphi(X_3, t),$$

on obtient, à la place de (2), l'une des trois relations suivantes

$$(5) \qquad \begin{cases} X = A + P(X_1, t), \\ X = A\,P(X_1, X_2, t) + Q(X_1, X_2, t), \\ X = \dfrac{A\,P(X_1, X_2, X_3, t) + Q(X_1, X_2, X_3, t)}{A\,R(X_1, X_2, X_3, t) + S(X_1, X_2, X_3, t)}, \end{cases}$$

où A est une fonction connue de t et de a.

» Si, de plus, on tient compte de ce que, pour des valeurs particulières de a, x doit se réduire à x_1, x_2, x_3 et, par conséquent, X à X_1, X_2, X_3, on voit que les formules (5) peuvent s'écrire respectivement

$$(6) \qquad \begin{cases} X - X_1 = \psi(a, t), \\ \dfrac{X - X_2}{X_1 - X_2} = \psi(a, t), \\ \dfrac{X - X_2}{X - X_3} : \dfrac{X_1 - X_2}{X_1 - X_3} = \psi(a, t). \end{cases}$$

» En résumé, par le changement de fonction (4), l'équation (1) se

---

([1]) Voir à ce sujet notre solution d'un problème analogue dans les *Annales de l'École Normale* (janvier 1893).

([2]) S. Lie, *Berichte der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wiss.*, 1889.

transforme en une autre

$$\frac{dX}{dt} = G(X, t), \tag{7}$$

dont deux, trois ou quatre intégrales quelconques satisfont à l'une des relations (6).

» Dans le premier cas, ψ est de la forme $\lambda(a)\chi(t)$. Cela tient à ce que l'équation

$$\psi(a, t) + \psi(b, t) = \psi(c, t),$$

doit établir entre a, b, c une relation indépendante de t. Si donc on pose

$$X = \chi(t) Y,$$

on obtient une équation en Y, qui s'intègre par une quadrature.

» On démontre d'une manière analogue que, dans les deux autres cas, ψ est indépendant de t, c'est-à-dire que l'équation (7) est une équation linéaire ou une équation de Riccati. La proposition annoncée est ainsi établie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarque à propos d'une précédente Note sur une généralisation de la Série de Lagrange.* Lettre de M. **E. Amigues** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Le théorème que j'ai eu l'honneur d'adresser récemment à l'Académie ([1]), et que je croyais nouveau, se trouve dans le Mémoire de M. Rouché sur la Série de Lagrange (*Journal de l'École Polytechnique*). A la vérité, M. Rouché ne calcule pas explicitement les termes de sa série. Mais il les définit analytiquement d'une façon si précise, qu'il est impossible de n'y pas reconnaître un *résidu :* le calcul de ce résidu conduit au résultat que j'ai donné. Ma Note n'a donc d'autre intérêt que de faire voir, une fois de plus, combien les méthodes de Cauchy permettent de préciser et de compléter les résultats, en même temps que de simplifier les démonstrations. »

([1]) *Comptes rendus,* 20 février 1893, page 368 de ce Volume.

CHIMIE MINÉRALE. — *Propriétés physiques du ruthénium fondu.* Note de M. A. **Joly**, présentée par M. Troost.

« Des six métaux qui composent le groupe du platine, il en est trois (platine, iridium, palladium), dont les propriétés physiques ont été plus particulièrement examinées par H. Sainte-Claire Deville et Debray. Je me suis proposé de compléter l'étude des métaux du groupe, en ce qui concerne les trois métaux plus rares : rhodium, osmium, ruthénium.

» Pour le ruthénium en particulier, dont j'ai préparé 3^{kg} à l'état de pureté, dans le cours de mes recherches que je poursuis sur cet élément depuis plusieurs années, cette étude devenait possible. D'ailleurs, grâce à l'obligeance inépuisable de M. G. Matthey, je traite en ce moment une cinquantaine de kilogrammes de résidus de la préparation de l'iridium, qui me permettront d'obtenir, par une méthode nouvelle, 10^{kg} de ce métal rare. Afin d'amener le métal à un état comparable à celui des autres métaux du platine, je me propose de le fondre en grande masse. Des expériences préliminaires étaient nécessaires.

» Le ruthénium est, en effet, avec l'osmium, le plus réfractaire des métaux de platine. Deville et Debray n'ont réussi qu'à grand'peine à en fondre de petits globules au chalumeau oxyhydrique. On est gêné d'ailleurs dans cette opération par l'oxydabilité du métal, qui tend à se transformer en peroxyde RuO^4 volatil. Il était évident, *a priori*, que l'on réussirait facilement dans l'arc électrique. Avec l'installation électrique dont je dispose pour les travaux du laboratoire, j'ai pu fondre de petits globules de 1^{gr} à 2^{gr}. La grenaille ainsi obtenue a été réunie en culots de 25^{gr} à 30^{gr}, grâce à l'obligeance de M. de Nerville, qui a mis à ma disposition, au laboratoire central d'Électricité, un arc plus puissant.

» A condition de porter brusquement le métal à une température bien supérieure à sa température de fusion, cette fusion est obtenue en quelques instants, et la perte par volatilisation est peu sensible. C'est à peine si l'on perçoit l'odeur si caractéristique du peroxyde, mais, pendant la période du refroidissement, le globule se recouvre d'oxyde bleu ou bioxyde. Après un séjour de quelques instants dans l'eau régale, qui n'attaque d'ailleurs ni le métal, ni l'oxyde, puis dans l'acide fluorhydrique, enfin, après réduction par l'hydrogène, le métal est mis à nu. Par sa couleur grise, il se rapproche plus du fer que du platine; la dureté est comparable à celle de

l'iridium; la structure est cristalline, aussi le métal est-il cassant à froid. Chauffé au rouge, dans la flamme du chalumeau oxyhydrique, il se laisse tout d'abord aplatir, puis casse. D'ailleurs, le métal roche fortement au moment de la solidification, et les globules sont presque toujours caverneux.

» La densité du métal fondu et pulvérisé est, à 0° et rapportée à l'eau à 4°,

12,063;

le métal était celui-là même qui m'avait servi à déterminer le poids atomique (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 946); sur le même échantillon, non fondu, M. Violle avait obtenu

12,002.

» Dans le même appareil, et dans des conditions de température identiques, la fusion du ruthénium est obtenue beaucoup plus difficilement que celle du rhodium dont le point de fusion est un peu supérieur à celui du platine, elle est notablement plus difficile à réaliser que celle de l'iridium (1950°).

» Quant à la température exacte de fusion, M. Violle, dont les beaux travaux sur la mesure des températures élevées garantissent la compétence, a bien voulu se charger de la déterminer.

» J'ajouterai que, dans les conditions où le ruthénium a été fondu, l'osmium a été seulement aggloméré et fritté; l'osmiure d'iridium, que l'on ne peut réussir à fondre au chalumeau à gaz tonnant, est fondu assez difficilement en une masse blanche cristalline que les outils les mieux trempés ne réussissent pas à entamer, mais cassante.

» Pendant tout le cours de ces expériences, faites aux températures élevées de l'arc électrique, j'ai été très habilement secondé par un jeune chimiste fort expert dans les questions d'électricité, M. Vèzes, agrégé, préparateur de chimie à l'École Normale supérieure. »

CHIMIE. — *Sur les déterminations du poids atomique du plomb par Stas.* Note de M. **G. Hinrichs.** (Extrait.)

« Les déterminations de Stas sur le poids atomique du plomb présentent la même erreur systématique que j'ai montrée dans ses travaux sur le chlorate; elles donnent des valeurs du poids atomique qui sont fonction du poids absolu de plomb employé.

» En raison de ces erreurs, aucun des poids atomiques de Stas ne peut

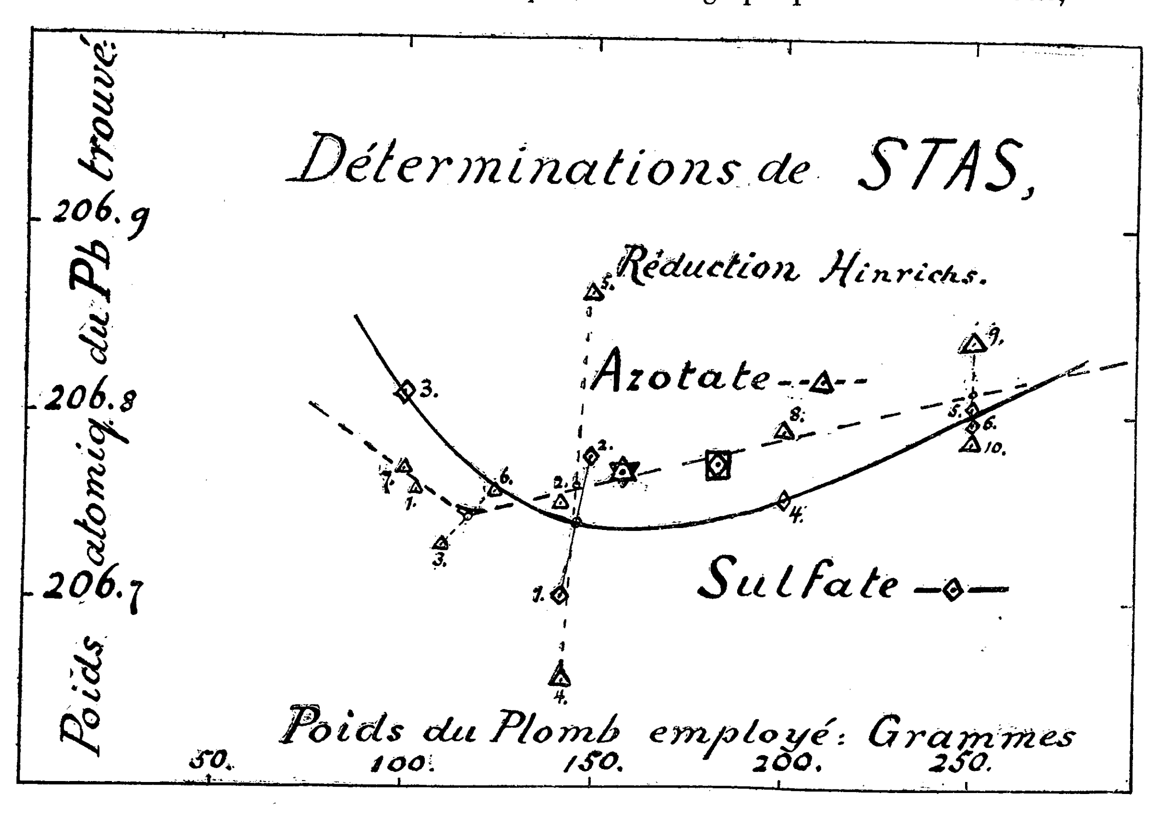
être retenu dans la Chimie. Je demande la permission de présenter les faits relatifs au plomb, pour compléter la démonstration.

» Stas a pris un poids p de plomb et a déterminé les poids a de l'azotate et s du sulfate résultant de ses opérations. Posant $O = 16$, et aussi $N = 14$ et $S = 32$, nous aurons

$$Pb = 124 \frac{p}{a-p}, \qquad Pb = 96 \frac{p}{s-p}.$$

» Ces expressions sont suffisantes pour la recherche des erreurs systématiques dans les données expérimentales. Prenant les valeurs du poids atomique Pb comme ordonnées, et comme abscisses les poids p de plomb employés, la courbe déterminée sera essentiellement indépendante de toute petite déviation des valeurs 14 et 32 pour les poids atomiques de l'azote et du soufre.

» La figure ci-jointe est la représentation graphique de ces résultats,



d'après une échelle sur laquelle la valeur totale du poids atomique $Pb = 207$ mesure $51^m,75$. Les erreurs systématiques représentées com-

prennent autant de millimètres ou bien le millième du total, quantité trop considérable pour une valeur fondamentale de la Chimie.

» Chaque point de la figure représente la détermination de Stas numérotée; celles sur l'azote sont distinguées par un triangle, et celles sur le sulfate par un rhombe. Les deux moyennes sont marquées d'une manière semblable.

» Les six points déterminés pour le sulfate tombent assez exactement sur la courbe continue tracée; seulement les expériences 1 et 2 ont été combinées, leur moyenne tombant exactement sur la courbe. Pour l'azotate, la ligne pointillée est presque aussi bien établie, la moyenne des deux déterminations 4 et 5 (consécutives), les plus disparates, tombant exactement sur la ligne susdite.

» Ces deux courbes ne sont point identiques, quoique assez semblables et se rapprochant d'assez près dans l'espace; c'est-à-dire que les erreurs résiduelles des expériences suivent la même marche générale, sans être identiques. Les deux courbes donnent un minimum du poids atomique du plomb, l'azotate pour 105^{gr} de plomb et le sulfate pour 155^{gr} de plomb employés. On voit que, si Stas avait opéré de la même manière sur 15^{gr} à 25^{gr} de plomb, il aurait trouvé des valeurs plus élevées, et pourrait avoir confirmé la valeur $Pb = 207$ de Berzélius, résultant de ma réduction de ses déterminations.

» Mais il ne s'agit que des données des expériences que Stas nous a laissées, et qui sont représentées par nos deux courbes. On voit qu'il est impossible de réunir de telles données par une moyenne, parce qu'elles varient d'une manière régulière et continue. La valeur de la moyenne varierait avec le choix de la portion de la courbe qu'on aurait pris arbitrairement. Stas n'a donc pas réussi à déterminer le poids atomique du plomb.

» Je crois avoir démontré que les meilleures analyses chimiques, comme celles de Stas, ne nous permettent point d'appliquer la méthode des moyennes, dont on fait universellement usage. Il faut trouver une méthode nouvelle, applicable à la détermination des poids atomiques, qui sont les constantes fondamentales de la Chimie. Je demanderai la permission de soumettre ma solution de ce problème dans une Note prochaine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les aldéhydes des terpènes*. Note de M. **A. Etard**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans un Mémoire publié aux *Annales de Chimie et de Physique*, en 1880, « Sur une nouvelle méthode d'oxydation par le chlorure de chromyle », j'ai montré que cette réaction avait pour résultat essentiel de donner des produits appartenant à la fonction aldéhydique et plus rarement des aldéhydes secondaires ou acétones. Ce n'est que par suite de l'absence des groupes $-CH^3$ et $-CH^2-$ ou de particularités de structure imposant une autre solution qu'il se fait des corps de fonction différente.

» L'oxydation des terpènes présente un intérêt spécial au point de vue de la théorie de ces corps si mal connus et, dans le Mémoire précité, j'annonçais que l'on en peut aisément dériver des aldéhydes. MM. G. Henderson et W. Smith (*Chemical Society*, t. LV, p. 45), répétant mes expériences, n'ont pas obtenu de résultats satisfaisants, ce qui m'a engagé à revenir sur cette question en prenant plus particulièrement comme exemple l'aldéhyde camphénique.

» Le camphène employé dans ce travail a été préparé par un procédé qui m'a paru avantageux. On fait digérer pendant vingt-quatre heures à 110° du chlorhydrate solide de térébenthène imbibant un excès de litharge finement pulvérisée. Après distillation et compression dans du papier buvard, on obtient un solide fusible à 45°, bouillant à 156° et dénué de pouvoir rotatoire.

» Ce camphène en solution dans le sulfure de carbone se combine à 2 molécules de chlorure de chromyle ajouté par portions et également en solution sulfocarbonique.

» Après décoloration complète, on constate qu'il s'est formé un abondant précipité brun dont la formule est $C^{10}H^{16}.2\,CrO^2Cl^2$.

» Le précipité en question, essoré à la trompe, est repris par trois ou quatre fois son volume d'eau. Dès que l'action assez vive qui a lieu est calmée, on agite le mélange avec du sulfure de carbone ou de l'éther, tous deux dissolvants de l'aldéhyde qu'ils abandonnent par distillation. Les substances d'aspect résineux qui se forment doivent être gardées, elles contiennent surtout du camphénate de chrome. L'aldéhyde brute, traitée par du bisulfite de sodium, donne un dérivé cristallisé qu'on peut purifier sans difficulté et qui se dissocie par simple distillation à la vapeur d'eau.

» II. *Aldéhyde camphénique* $C^{10}H^{14}O$. — L'aldéhyde pure qu'on recueille dans le traitement précédent est solide, elle a la consistance et l'aspect du camphre et prend sur l'eau un mouvement giratoire [1].

---

[1] *Analyse :* $C = 79,5-79,7, \quad H = 9,5-9,6.$

» Pour cette matière, la fonction aldéhydique n'est pas douteuse, car elle argente les tubes de verre en présence de sels d'argent et s'oxyde spontanément à l'air pour se convertir au bout de quelques jours en un nouvel acide que j'appellerai *acide camphénique* pour ne pas le séparer des acides du groupe du camphre. L'aldéhyde primitive mêlée à l'acide qui en dérive a la propriété de se liquéfier et son oxydation est assez rapide pour qu'il soit malaisé de lui attribuer un point de fusion ou d'ébullition parfaitement certain.

» Valeurs observées : Fusion, 67°; ébullition, 220°. Pouvoir rotatoire nul.

» *Acide camphénique* $C^{10}H^{14}O^2$. — L'aldéhyde ci-dessus, après s'être liquéfiée, redevient complètement solide après quelques jours; elle est alors totalement convertie dans l'acide correspondant. L'acide camphénique se purifie par entraînement à la vapeur d'eau; il cristallise alors dans les eaux de condensation. C'est un corps fusible à 65°, bouillant à 263°-264° (non corrigé) et se condensant en un liquide visqueux qu'un germe cristallin fait prendre en masse. Analyse : $C = 71,9 - 72,0$; $H = 8,8 - 8,5$. Sel d'argent : $Ag = 39,6 - 40,0$.

» L'acide libre est soluble dans l'eau chaude; ses sels de Mg, Ba, Ca, Mn sont solubles; ceux de Pb, Zn, Cd, Az sont des précipités blancs.

» Distillé avec de la chaux l'acide donne des gaz de la série C^nH^{2n}, de l'hydrogène et des carbures liquides sans point d'ébullition fixe entre 80° et 230°. D'après cette expérience l'acide camphénique n'est pas un dérivé de l'acide benzoïque, mais de l'acide propionique, et sa formule doit s'écrire

$$CH^3 - C^6H^6 - CH\begin{cases} CH^3 \\ CO^2H \end{cases}.$$

» Les propriétés de l'acide se rapprochent de celles de l'acide paraméthylhydratropique préparé par MM. Miller et Rhode (¹) en partant de l'aldéhyde isocuminique $C^{10}H^{12}O$ que j'ai obtenue en 1879 par l'oxydation du cymène.

» Au cymène correspond l'acide paraméthylhydratropique, au camphène un acide hydroparaméthylhydratropique.

» Bien qu'on ait prétendu que la réaction du chlorure de chromyle

(¹) *Zur Kenntniss der Etard'schen Reaction* (*Berichte*, t. 23, p. 1070).

donnait plutôt des acétones, le camphène, comme le cymène, donne une aldéhyde bien caractérisée.

» Oxydé par d'autres réactifs, le camphène se transforme en camphre, comme l'a montré M. Berthelot, qui considère cette dernière substance comme appartenant à une fonction spéciale qu'il désigne sous le nom de *carbonyle*. Mes expériences montrent que la nature terpénique des produits ne masque pas les propriétés principales des aldéhydes. Si, dans le camphre, les caractères prévus pour les fonctions aldéhyde ou acétone manquent en grande partie, il y a lieu de penser qu'elles n'y existent pas et sont remplacées par une fonction très voisine. En tenant compte de la notion des carbonyles, les propriétés actuellement connues du camphre peuvent se résumer dans une formule graphique analogue à celle de Brühl :

$$
\begin{array}{ccccc}
 & H^2 & & H^2 & \\
 & C & — & C & \\
 & / & & \backslash & \\
CH^3-C & & \text{———} & & C-C^3H^7 \\
 & \backslash & O & / & \\
 & C & — & C & \\
 & H & & H &
\end{array}
$$

» III. La préparation des aldéhydes correspondant au térébenthène droit ou gauche, que j'ai précédemment indiquée comme réalisable, se fait exactement comme celle du camphène. L'action est plus vive et la purification moins aisée, ces aldéhydes étant liquides. En revanche l'abondance des matières premières permet d'en obtenir de plus fortes quantités. Les produits de la réaction chromique doivent être entraînés à la vapeur d'eau et les huiles ainsi recueillies fractionnées dans le vide jusqu'à point fixe.

» Dans ces traitements, le térébenthène se transforme en un liquide huileux réfringent d'une odeur agréable qui bout sous la pression normale à 205°-207°. Analyse : $C = 79,5$, $H = 9,7$. Densité $= 0,961$ à 22°. L'aldéhyde térébenthénique est lévogyre comme le carbure, d'où elle provient, elle argente les tubes à essai, réagit sur la phénylhydrazine et donne avec la fuchsine sulfureuse une coloration violette caractéristique du groupe COH.

» Je n'ai pu en préparer le dérivé bisulfitique. Il n'est pas douteux qu'on puisse par le chlorure de chromyle transformer divers terpènes en aldéhydes et exceptionnellement en acétones. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution des phénates alcalins hydratés.* Note de M. DE FORCRAND.

« J'ai décrit récemment trois combinaisons cristallisées :

(*a*)	$C^{12}H^5NaO^2, 3H^2O^2$	ou	$C^{12}H^6O^2, NaHO^2, 2H^2O^2$,
(*b*)	$C^{12}H^5NaO^2, 5H^2O^2$	ou	$C^{12}H^6O^2, NaHO^2, 4H^2O^2$,
(*c*)	$C^{12}H^5KO^2, 2H^2O^2$	ou	$C^{12}H^6O^2, KHO^2, H^2O^2$,

qui, par déshydratation lente à froid, se transforment en phénols sodé ou potassé $C^{12}H^5NaO^2$ et $C^{12}H^5KO^2$. Pour cette raison, je pensais qu'on devait plutôt les représenter par les formules $C^{12}H^5MO^2, nH^2O^2$ que par $C^{12}H^6O^2, MHO^2, (n-1)H^2O^2$.

» Leur étude thermique conduit aux mêmes conclusions.

» J'ai trouvé, pour leurs chaleurs de dissolution, dans 4^{lit} :

	Cal
(*a*)	+ 0,94
(*b*)	− 4,29
(*c*)	+ 0,12

» On en déduit les chaleurs de formation de ces composés, dans les deux hypothèses :

» 1° Hypothèse des combinaisons d'addition :

		Cal
$C^{12}H^6O^2$ sol. + $NaHO^2$ sol. + $2H^2O^2$ liq.	= $C^{12}H^6O^2, NaHO^2, 2H^2O^2$ sol...	+14,20
» sol.	» ...	+11,34
$C^{12}H^6O^2$ sol. + $NaHO^2$ sol. + $4H^2O^2$ liq.	= $C^{12}H^6O^2, NaHO^2, 4H^2O^2$ sol...	+19,43
» sol.	» ...	+13,71
$C^{12}H^6O^2$ sol. + KHO^2 sol. + H^2O^2 liq.	= $C^{12}H^6O^2, KHO^2, H^2O^2$ sol.....	+17,98
» sol.	»	+16,55

» Ces nombres paraissent beaucoup trop élevés pour des hydrates efflorescents.

» Si ces composés étaient réellement des composés d'addition, ils correspondraient aux hydrates secondaires de soude ou de potasse, avec substitution du phénol à 1 molécule d'eau. Or, pour la soude, le nombre + 11,34 correspond à 3 molécules solides d'eau ou de phénol, ce qui donne + 3^{Cal},78 par molécule en moyenne, nombre plus élevé que ceux

que donnent les hydrates de soude. Pour la potasse, la différence est encore plus marquée; on a $+16,55$ pour 2 molécules solides, soit $+8,28$ par molécule; or l'hydrate $KHO^2 + 2H^2O^2$ donne seulement $+4^{Cal},81$ par molécule.

» Il semble donc que ces corps devraient être plus stables que ces hydrates alcalins, tandis que l'expérience montre au contraire qu'ils se déshydratent facilement. Cette contradiction paraît devoir faire écarter les formules : $C^{12}H^6O^2, MHO^2, (n-1)H^2O^2$.

» 2° Hypothèse des phénols sodé ou potassé hydratés.

	Pour nH^2O^2.	Pour H^2O^2.
$C^{12}H^5NaO^2$ sol. + $3H^2O^2$ liq. = $C^{12}H^5NaO^2, 3H^2O^2$ sol....	+ 8,41	+2,80
» sol. »	+ 4,12	+1,37
$C^{12}H^5NaO^2$ sol. + $5H^2O^2$ liq. = $C^{12}H^5NaO^2, 5H^2O^2$ sol....	+13,64	+2,73
» sol. »	+ 6,49	+1,30
$C^{12}H^5KO^2$ sol. + $2H^2O^2$ liq. = $C^{12}H^5KO^2, 2H^2O^2$ sol....	+ 7,01	+3,50
» sol. »	+ 4,15	+2,07

» Ces nombres sont tout à fait de l'ordre de grandeur de ceux qui mesurent l'hydratation des sels efflorescents.

» Le dérivé sodé, qui possède deux degrés d'hydratation, montre, conformément à une remarque générale, que les deux dernières molécules d'eau fixées sont moins fortement soudées que les trois premières. C'est aussi un fait général, au moins dans la classe des phénols et des alcools, que les molécules fixées sur les dérivés potassés dégagent plus de chaleur que lorsqu'il s'agit des dérivés sodés. L'expérience prouve d'ailleurs que $C^{12}H^5KO^2.2H^2O^2$ se déshydrate plus difficilement que les deux autres.

» Tous ces faits sont conformes aux analogies, et montrent que les combinaisons que j'ai décrites sont bien

$$C^{12}H^5MO^2, nH^2O^2,$$

c'est-à-dire des phénols potassé ou sodé hydratés, et non pas des combinaisons d'addition du phénol, de base et d'eau

$$C^{12}H^6O^2, MHO^2, (n-1)H^2O^2.$$

» Comme conclusion, on peut dire que les *phénates*, en prenant ce mot dans le sens qu'on lui donnait il y a vingt ans, n'existent pas. Le phénol, comme tous les acides, donne avec les bases des sels, anhydres ou hydratés, mais sa molécule ne peut subsister à côté d'une molécule basique pour former des composés d'addition. Il n'y a, à ce point de vue, aucune raison

de distinguer entre les phénols et les acides. Les formules des sels hydratés s'écrivent

$$\text{Acide}: -\text{H} + \text{M} + n\,\text{H}^2\text{O}^2 \quad \text{et non pas} \quad \text{Acide}: + \text{MHO}^2 + (n-1)\text{H}^2\text{O}^2.$$

» Tous ces faits sont aujourd'hui expliqués et reliés entre eux par les expériences thermiques ; en réalité l'eau, les alcools, les phénols, les acides agissent sur les métaux de la même manière et on peut dire que tous sont des *acides* et que leurs dérivés métalliques sont tous des *sels*.

» Ces sels peuvent, il est vrai, fixer une ou plusieurs molécules d'acides, mais à la condition que l'acide dont il s'agit ne soit pas plus fort que celui du sel ; on prend ici ces mots acide et sel dans le sens le plus général, et on mesure la force de l'acide par la valeur thermique de la même substitution métallique. Ainsi, le phénol sodé $C^{12}H^5NaO^2$ peut fixer une ou plusieurs molécules d'eau, d'alcool ou de phénol, mais il ne peut pas fixer l'acide acétique ; pour la même raison, $NaHO^2$ peut bien fixer $n\,H^2O^2$, mais non pas $n\,C^{12}H^6O^2$.

» Ces considérations permettent de rapporter au même type les hydrates et alcoolates des bases, des alcools, des phénols, des acides, des alcoolates, des phénates, des sels, ainsi que les alcoolates polyalcooliques, les phénates polyphénoliques et les sels acides, composés extrêmement nombreux, qui interviennent souvent dans les réactions, dont la chaleur de formation n'est pas négligeable, et qui sont en général dissociés soit à l'état liquide, soit à l'état dissous.

» Les composés $C^{12}H^5MO^2$, anhydres ou hydratés, étant les seuls composés formés par la combinaison du phénol avec les métaux ou les bases, je les désignerai à l'avenir sous le nom de *phénates*, dénomination plus commode que celle de phénol potassé, sodé, etc. »

CHIMIE ANIMALE. — *Des alcaloïdes de l'huile de foie de morue, de leur origine et de leurs effets thérapeutiques.* Note de M. J. **Bouillot** (1).

« Dans une Note présentée récemment à l'Académie, j'ai traité spécialement « De l'action diurétique et uréopoiétique des alcaloïdes de l'huile de foie de morue chez l'homme (2) ».

---

(1) Cette Note est le contenu d'un pli cacheté déposé le 13 février dernier, et ouvert dans la séance de ce jour, sur la demande de l'auteur.

(2) Séance du 7 novembre 1892.

» Mes recherches, continuées depuis, ont eu pour but de préciser d'abord, en me servant des procédés de la Microchimie, l'origine même de ces alcaloïdes, et, en déduction, de rendre pratique leur emploi.

» Les dérivés organiques auxquels l'huile de foie de morue emprunte ses propriétés les plus remarquables sont tous d'origine biliaire, et la preuve en est facile :

» Une coupe de tissu hépatique frais de morue, obtenue aussi mince que possible, par le procédé de la congélation, est déposée sur un porte-objet préalablement rendu inattaquable, puis exposée aux vapeurs d'acide fluorhydrique ou d'acide chlorhydrique anhydres pendant une demi-heure; enfin, soumise à la dessication sous la cloche, pendant deux ou trois heures.

» Au microscope (objectif VII Vérick, oculaire 3), on observe alors :

» 1° De nombreux cristaux, de forme variable, couvrant tout le champ; ces cristaux n'étant jamais inclus dans la cellule grasse hépatique, mais se montrant localisés dans le liquide extra-cellulaire et surtout au pourtour des canalicules biliaires.

» 2° Le mode de cristallisation de ces alcaloïdes ne laisse aucun doute sur leur origine; il permet de caractériser entre autres les chlorhydrates de dihydrotoluidine, d'aselline, de morrhuine, etc.

» 3° Une coupe préalablement traitée, mouillée avec une trace de chlorure de platine, puis desséchée à nouveau, montre de nouvelles formes cristallines, parmi lesquelles le chloroplatinate de morrhuine se reconnaîtra à ses aiguilles barbelées.

» 4° En conclusion, les alcaloïdes de l'huile de foie de morue ne sont pas le résultat d'une fermentation quelconque : ils existent préformés dans le tissu hépatique normal, et on les retrouve dans la bile de la Morue.

» Au point de vue thérapeutique, je rappellerai que dans ma première Note j'ai adopté, comme unité médicamenteuse, le bloc total des alcaloïdes : aujourd'hui plus encore, à la suite de nombreuses observations, persuadé que dans ce cas il y aurait écueil à vouloir les utiliser isolément, j'ai conservé pour les essais cette même unité, en la désignant toutefois sous le nom de *Pangaduine* (nom qui indique à la fois et la complexité du produit et son origine).

» Cette Pangaduine se montre cristallisée au microscope, soluble dans l'alcool à 80°, dans l'eau glycérinée, etc., et donne 3gr,50 pour 100 de résidu fixe.

» Son emploi reste indiqué dans toutes les affections désignées sous le nom générique de maladies par ralentissement de la nutrition : goutte, rhumatisme, diabète, états pathologiques dans lesquels l'analyse chimique des urines révèle des oxydations organiques incomplètes ; dans la faiblesse neurasthénique; dans les états de faiblesse résultant de fatigue profession-

nelle; dans tous les cas enfin où il y a production exagérée de toxines, ou élimination de ces mêmes toxines. Finalement, dans la tuberculose, la Pangaduine agit surtout comme excitant de la nutrition générale, et partant, favorise la résistance organique. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur un microbe pathogène de l'orchite blennorrhagique.* Note de MM. L. **Hugounenq** et J. **Eraud**, présentée par M. Brouardel.

« Dans une précédente Communication ([1]), nous avons fait connaître l'existence et les propriétés principales d'une albumine phlogogène sécrétée par un microbe de certains pus blennorrhagiques. L'action spéciale de cette substance sur le testicule nous a fait supposer que le micro-organisme qui la produit devait avoir un rôle dans la pathogénie de l'orchite. C'est là ce qui nous a déterminés à examiner de plus près le microbe dont l'étude fera l'objet de cette Note.

» Il s'agit d'un diplocoque ayant à peu près les mêmes formes que le gonocoque de Neisser, mais de dimensions plus grandes, puisque les cocci isolés mesurent environ 1μ. Comme le gonocoque, notre microbe se décolore par la méthode de Gram; mais il se distingue nettement de l'agent spécifique de la blennorrhagie par les propriétés suivantes.

» Tandis que le gonocoque ne se cultive bien que sur sérum humain et que, même sur ce milieu, sa vitalité très précaire ne se prolonge pas au delà de deux ou trois jours, le microbe étudié par nous se cultive très aisément sur la peptone, la gélose peptonisée, le bouillon ordinaire, les solutions alcalines de caséine et de nucléine, en conservant sur ces divers milieux la faculté de se reproduire et l'intégrité de ses formes pendant un an et plus. Sur la gélatine qu'il ne liquéfie pas, ce microbe donne des colonies rondes, de couleur grise et dont les dimensions ne dépassent guère 1^{mm} ou 2^{mm} : sur les solutions aqueuses de tartrate d'ammoniaque, il vit très péniblement; sur l'albumine de l'œuf alcalinisée, il ne se développe pas.

» Des recherches comparatives faites par M. d'Arlhac et par nous avec des cultures de ce micro-organisme et des cultures de gonocoque sur sérum

---

([1]) *Comptes rendus*, juillet 1891.

humain, nous ont permis de les distinguer nettement. Comme, d'autre part, nous n'avons pu identifier le microbe en question avec aucune des espèces trouvées dans l'urèthre par Bumm, Legrain, et d'autres auteurs, nous sommes autorisés, jusqu'à plus ample informé, à le considérer comme une espèce non étudiée que nous désignerons sous le nom d'*Orchiococcus urethræ*, d'*Orchiocoque*.

» Ce microbe vit en saprophyte dans un grand nombre d'urèthres normaux chez le chien, chez l'homme; mais sa présence n'est pas constante. On le trouve fréquemment dans le pus blennorrhagique des premiers jours; mais il arrive aussi quelquefois que, par ensemencement direct de ce pus sur gélose, on n'obtient pas de culture; l'observation subséquente des malades nous a prouvé que ces cas ne sont jamais compliqués d'orchites. Si, au contraire, le pus blennorrhagique donne lieu au développement d'une colonie, on peut redouter l'orchite, sans que celle-ci se produise nécessairement. L'apparition des cultures sur gélose ne permet donc pas de prédire, à coup sûr, l'intervention de l'orchite; mais leur absence coïncide avec l'évolution d'une blennorrhagie simple, sans complication testiculaire; c'est là ce qui résulte d'observations répétées faites par nous et par M. d'Arlhac.

» En étudiant les effets pathogènes de ce microbe, on constate qu'ils ne s'exercent ni sur la conjonctive, ni dans le tissu cellulaire sous-cutané, ni dans le péritoine, ni même sur l'urèthre; mais en portant la culture sur bouillon peptonisé dans le testicule d'un chien, on provoque l'orchite. Le produit phlogogène retiré des bouillons de culture et précédemment étudié par nous ([1]) se comporte de la même manière, mais avec une énergie incomparablement plus grande; l'orchite s'accompagne souvent d'un écoulement de pus abondant et quelquefois d'une atrophie de la glande. L'orchiocoque exerce donc sur le testicule, par l'intermédiaire d'une albumine phlogogène, une action qui paraît spéciale au tissu testiculaire. Cette substance, nous avons pu la retirer d'un liquide d'orchite purulente; mais, comme on pouvait s'y attendre, il nous a été impossible de l'extraire d'un épanchement articulaire du genou, survenu au cours d'un rhumatisme blennorrhagique.

» En résumé, d'après ce qui précède, l'orchite blennorrhagique est déterminée par un organisme spécial, indépendant du gonocoque de Neisser.

([1]) *Comptes rendus*, juillet 1891.

Cet élément pathogène se rencontre dans le pus blennorrhagique toutes les fois que l'uréthrite se complique ou se compliquera ultérieurement d'épididymite.

» Les cultures pures du microbe et, avec beaucoup plus d'intensité, l'une des substances qu'on peut en retirer semblent n'avoir aucune action phlogogénique ailleurs que sur le testicule ; ce dernier organe est le siège d'une inflammation souvent suppurative et quelquefois terminée par l'atrophie, quand il est attaqué par le microbe ou ses produits de sécrétion.

» Nous croyons avoir réalisé les trois termes de la triade de signes invoqués par M. Pasteur et avoir décrit dans cette Note le microbe spécifique de l'orchite blennorrhagique.

» Il nous reste à déterminer dans quelles conditions l'orchiocoque, saprophyte dans un grand nombre d'urèthres sains, peut devenir pathogène. Des résultats déjà obtenus et que nous publierons prochainement nous permettent d'entrevoir une solution à ce problème dans l'étude de la composition chimique des urines chez les malades atteints d'uréthrite blennorrhagique ou de blennorrhagie compliquée d'orchite, ou encore chez les oreillonneux [1]. »

ZOOLOGIE. — *Crustacés et Cirrhipèdes commensaux des Tortues marines de la Méditerranée.* Note de MM. **E. Chevreux** et **J. de Guerne**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'occasion s'offre rarement aux zoologistes d'observer, en pleine mer, les vertébrés pélagiques dans leurs conditions normales d'existence. Aussi avons-nous toujours, l'un et l'autre, tant sur *l'Hirondelle* que sur les yachts *Actif* et *Melita*, examiné avec beaucoup de soin tous ceux que le hasard amenait à notre portée, et notamment les Tortues.

» Deux de ces animaux, *Thalassochelys caretta* L., ont été capturés en 1892, entre l'Algérie et les Baléares, pendant le dernier voyage scientifique de la goëlette *Melita*. Le 7 juillet, par 37°55′ de lat. N. et 0°40′ de long. E., deux Tortues étaient signalées. L'une flottait sur le dos, battant l'air de ses pattes; l'autre nageait assez vivement autour de sa compagne.

---

[1] Travail de la Faculté de Médecine de Lyon. Laboratoire de Chimie médicale.

A l'arrivée du canot, elle plongea et disparut, tandis que la première se laissait prendre sans chercher à fuir.

» La carapace de cette Tortue était assez propre; seuls, quelques Cirrhipèdes y étaient fixés, des *Lepas Hilli* Leach, de très jeunes *Conchoderma virgatum* Speng. et un bel exemplaire de *Platylepas bissexlobata* Blainv. Un certain nombre d'Amphipodes (16 *Hyale Grimaldii* Chevreux, 1 *Platophium chelonophilum* Chevreux et de Guerne, 1 *Caprella acutifrons* Latr.), furent recueillis au milieu des *Lepas;* 4 *Tanais Cavolinii* M.-Edwards se tenaient dans les interstices des plaques dorsales, enfin 3 *Nautilograpsus minutus* L. étaient cramponnés à la queue du Chélonien, abrités par le bord postérieur de la carapace.

» La seconde Tortue fut prise dans les mêmes parages, le 2 août, par 37°26′ de lat. N. et 0°50′ de long. E. Sa carapace était amplement garnie de Cirrhipèdes (les mêmes que ci-dessus, en plus grand nombre) et d'Algues (*Polysiphonia sertularioides* Grat., espèce méditerranéenne commune sur les côtes d'Algérie). Dans les Algues se trouvaient 259 *Hyale Grimaldii,* 1 *Platophium chelonophilum* et plusieurs centaines de *Caprella acutifrons.* 5 *Tanais Cavolinii* se cachaient entre les plaques de la carapace et 2 *Nautilograpsus minutus* se tenaient à l'arrière dans la situation précédemment indiquée.

» Ces Crabes sont adultes et de grande taille; sur la première Tortue se trouvaient deux mâles et une femelle ovifère; sur la seconde, un mâle et une femelle ovifère. On remarquera la place que ces Crustacés semblent occuper constamment sur les Chéloniens. C'est la seule où ils soient à peu près sûrement à l'abri des poursuites des *Thalassochelys* qui s'en nourrissent volontiers, de même qu'ils se débarrassent mutuellement, en les mangeant, des Cirrhipèdes pédonculés fixés sur leurs carapaces ([1]).

» *Hyale Grimaldii* a été décrit récemment par l'un de nous d'après deux exemplaires mâles recueillis sur une épave, dans les Ulves, durant la quatrième campagne de l'*Hirondelle,* par 42°9′24″ de latitude Nord et 23°33′ de longitude Ouest. C'est la seule espèce du genre *Hyale* qui puisse être considérée comme exclusivement pélagique, en l'état actuel de la Science. M. Th. Barrois a trouvé, il est vrai, aux Açores, *H. camptonyx* Heller et *H. Stebbingi* Chevreux, sur une poutre couverte d'Anatifes échouée depuis peu dans la baie de Ponta-Delgada. Mais ces deux espèces sont communes sur les rivages de l'archipel; la première abonde en Méditerranée et remonte

([1]) G. Pouchet et J. de Guerne, *Sur l'alimentation des Tortues marines* (*Comptes rendus,* 12 avril 1886).

le long des côtes océaniques d'Europe jusqu'à Saint-Jean-de-Luz (Basses-Pyrénées); l'autre, qui semble devoir être regardée comme une forme insulaire, recueillie pour la première fois par l'un de nous à Fayal en 1887, puis à Fayal, Florès et Rosario de Corvo en 1888 (troisième et quatrième campagnes de l'*Hirondelle*), a été retrouvée, durant les voyages de la *Melita,* aux Canaries et en Corse. La nombreuse colonie de *H. Grimaldii* fixée sur la seconde de nos Tortues comprenait des mâles adultes, des femelles ovifères et des jeunes de tous les âges. Leur couleur a été notée immédiatement; le corps est brun orangé; les antennes et les pattes, d'un rose violacé; les yeux noirs.

» *Platophium* (*Cyrtophium*) *chelonophilum,* décrit d'après les nombreux exemplaires recueillis par l'*Hirondelle* (1), n'a jamais été rencontré ailleurs que sur des Tortues. L'expédition du *Challenger* en a pris un seul spécimen, jeune, sur un *Chelonia imbricata* L. de l'Atlantique (2). Une femelle adulte se trouvait sur le premier de nos *Thalassochelys,* un mâle adulte sur le second.

» Les très nombreux exemplaires de *Caprella acutifrons* (mâles et femelles adultes, jeunes de toutes tailles) appartiennent à la variété bien caractérisée, décrite par M. Mayer sous le nom de *forma Andreæ,* qui paraît être exclusivement pélagique. Cette forme peut être qualifiée de cosmopolite; on en connaît des spécimens du golfe de Naples, de l'Atlantique nord, de l'Océan Pacifique (voyage de la *Galathée*), de la mer du Japon, du détroit de Corée, tous trouvés sur des épaves, en compagnie de *Lepas* et d'Hydraires, sauf une femelle recueillie sur une Tortue, par 38°10′ de latitude N. et 64°20′ de longitude O.

» *Tanais Cavolinii* est, au contraire, une espèce littorale commune en Méditerranée. On l'a signalée dans l'Adriatique (Heller) et aux Açores (Th. Barrois).

» *Lepas Hilli* et *Conchoderma virgatum* ne donnent lieu à aucune remarque spéciale. Le second de ces Cirrhipèdes appartient à la variété *chelonophilum* Leach.

» *Platylepas bissexlobata,* signalé par Bivona, dès 1832, sur les Tortues de la Méditerranée, n'y paraît pas avoir été revu. C'est d'ailleurs, bien qu'elle semble avoir été rarement observée, une espèce cosmopolite. Darwin l'a considérée comme identique à celle que l'on trouve sur les Lamantins de l'Atlantique tropical et sur les Dugongs d'Australie. Peut-être même existe-t-elle en Californie. »

---

(1) E. Chevreux et J. de Guerne, *Sur un Amphipode nouveau,* Cyrtophium chelonophilum, *commensal de* Thalassochelys caretta *L.* (*Comptes rendus,* 27 février 1888). Une Tortue de même espèce, pêchée le 6 août 1888, au voisinage des Açores, par 39°41′35″ de lat. N. et 33°24′22″ de long. O., pendant la quatrième campagne de l'*Hirondelle,* a fourni également un très grand nombre de *P. chelonophilum.*

(2) La localité n'est pas indiquée, mais il est probable que c'est la plus méridionale où *P. chelonophilum* ait été pris, étant donné l'habitat de *Chelonia imbricata.*

ZOOLOGIE. — *Sur une Sangsue terrestre du Chili.* Note de M. **Raphael Blanchard**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« La découverte d'une espèce animale établissant la transition entre deux groupes jusqu'alors bien distincts mérite de fixer, d'une façon spéciale, l'attention des naturalistes. C'est pourquoi nous croyons devoir signaler à l'Académie l'existence d'une Hirudinée qui établit nettement le passage entre les Glossiphonides et les Hirudinides.

» Il s'agit d'une Sangsue terrestre, répandue dans le sud du Chili, entre 40° et 43° de latitude, dans les provinces de Valdivia et de Chiloé. En 1871, Grube l'a décrite sommairement sous le nom d'*Hirudo brevis*, mais, on peut le dire, sans reconnaître aucun des caractères remarquables qu'elle présente et qui lui donnent une haute importance, au point de vue de la filiation des espèces. Cette Sangsue ne peut être maintenue dans le genre *Hirudo*, tel que l'ont défini récemment les recherches de Whitman et les nôtres. Nous créons pour elle le nouveau genre *Mesobdella* : ce nom rappelle que l'espèce en question est intermédiaire à deux groupes différents. Elle doit donc porter désormais le nom de *Mesobdella brevis* (Grube).

» Contractée par l'alcool, elle est longue de 16^{mm} et large de $4^{mm},5$; sa ventouse postérieure est circulaire et large de 2^{mm}. Le corps est d'aspect piriforme, comme chez la plupart des Glossiphonides, mais il est moins franchement aplati que chez ces dernières. A première vue, on n'hésite guère cependant à considérer cette Sangsue comme une Glossiphonide, car la répétition régulière des papilles segmentaires et des pores néphridiaux de trois en trois anneaux indique avec précision que le somite comprend effectivement trois anneaux; en outre, les anneaux sont au nombre de soixante-deux seulement et l'intestin porte huit paires de grands cæcums latéraux, ceux de la dernière paire se prolongeant assez loin en arrière.

» D'autre part, notre espèce a dix gros yeux noirs, dont l'aspect général rappelle d'une façon frappante ceux des *Hæmadipsa* ou Sangsues terrestres de Malaisie; les quatre premières paires d'yeux sont encore contiguës, par suite de la réduction de chacun des trois premiers somites à un seul anneau; mais la quatrième et la cinquième paires sont séparées par un seul anneau, par suite de la réduction du somite IV à deux anneaux. En d'autres termes, les yeux des *Hæmadipsa* sont portés par les anneaux 1, 2, 3, 4 et 7, tandis que ceux de la *Mesobdella* sont portés par les anneaux 1, 2, 3, 4 et 6 [1]. Ce fait indique déjà une grande tendance au raccourcissement des somites.

---

[1] Les yeux seraient disposés de cette même façon chez *Cyclobdella glabra* Weyenbergh, de la République Argentine, mais il n'y a d'ailleurs aucune ressemblance entre cette espèce et la *Mesobdella*.

En effet, les somites I-III comprennent chacun un seul anneau; le somite IV a deux anneaux; les somites V-XXII, chacun trois anneaux; le somite XXIII, deux anneaux; le somite XXIV et dernier, un seul anneau. Chose remarquable : la coalescence du corps s'est tellement accentuée, que les somites XXV et XXVI, fonctionnellement moins importants que ceux de l'extrémité antérieure, ont disparu sans laisser la moindre trace.

» Les orifices sexuels occupent leur situation normale : le mâle s'ouvre sur le somite X, entre les anneaux 21 et 22; la femelle, sur le somite XI, entre les anneaux 25 et 26.

» Les papilles segmentaires sont disposées exactement comme chez les Hirudinides; elles forment à la face dorsale huit rangées longitudinales, et celles de la rangée latérale interne sont en série linéaire avec les yeux de la dernière paire. Ce caractère rapproche encore la *Mesobdella* des Hirudinides. Ajoutons enfin que notre espèce n'a pas de trompe, mais possède trois petites mâchoires, situées exactement comme chez les Hirudinides, et armées chacune de cinquante-cinq à soixante dents.

» En résumé, par ses caractères ambigus, la *Mesobdella brevis* relie d'une façon remarquable les Glossiphonides aux Hirudinides. Parmi ces dernières, elle se rapproche le plus des Hémadipsines, tant par son genre de vie que par la disposition de ses yeux; mais elle s'en distingue nettement, comme de toutes les autres Hirudinides, par le haut degré de condensation atteint par ses somites. L'existence de cette forme intermédiaire démontre que les deux familles envisagées ici dérivent d'une souche commune, dont les Glossiphonides ont apparemment moins dévié que les Hirudinides. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Examen minéralogique et lithologique de la météorite de Kiowa, Kansas.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« Parmi les incessantes acquisitions de la Collection de météorites du Muséum, il paraît intéressant de mentionner l'arrivée d'échantillons recueillis en 1886 auprès de Brenham Township, dans le comté de Kiowa, aux États-Unis. Ces météorites sont tombées à une époque inconnue, en même temps qu'un grand nombre d'autres (au moins une vingtaine) que l'on découvrit successivement sur le sol, en labourant, sur une surface d'environ 1 mille carré. L'une des masses, conservée au Harvard College de Cambridge (Massachussets), pèse plus de 200^{kg}; d'autres sont de poids très variés, depuis 150^{kg} jusqu'à moins d'une once anglaise (environ 30^{gr}).

» Les météorites de Kiowa ont été étudiées par plusieurs savants améri-

cains, tels que M. Snow (¹), M. Huntington (²), M. Kunz qui a fait connaître les analyses de M. Eakins (³) et M. Hay (⁴); mais leur histoire géologique a été laissée jusqu'ici de côté.

» Il est à noter d'abord que les différents minéralogistes dont les recherches ont porté sur les masses de Kiowa sont loin d'être unanimes dans leur détermination; leur divergence vient évidemment de ce que les échantillons ne sont pas, à beaucoup près, identiques entre eux. Pour avoir une idée exacte de la météorite de Kiowa, il faut disposer de plusieurs échantillons ou, du moins, d'échantillons assez volumineux pour contenir les variations dont la roche est susceptible. Sur des dimensions restreintes, on reconnaît que certains blocs sont des fers massifs, sans mélange d'éléments lithoïdes, tandis que d'autres sont comme des éponges de fer dont chaque vacuole est exactement remplie par un grain pierreux. Dans ce dernier cas, la météorite manifeste des ressemblances avec le célèbre fer de Pallas : si bien que plusieurs auteurs ont compris les échantillons américains dans le type *Pallasite* de Gustave Rose. Cette conclusion me paraît erronée.

» La partie métallique présente deux alliages principaux de fer et de nickel, qu'une étude attentive m'a permis de caractériser : ce sont la tœnite (Fe^6Ni) et la plessite ($Fe^{10}Ni$). A cet égard, la météorite de Kiowa se sépare du type pallasite, dont le réseau métallique est formé de tænite et de kamacite; aussi est-ce à tort que M. Kunz qualifie ce métal de caillite. Par sa composition, il coïncide avec le type de météorite entièrement métallique que, dès 1870, j'ai distingué sous le nom de *Jewellite*.

» Toutefois la structure de cette partie métallique n'est pas celle de la Jewellite, différence qui doit tenir à des conditions lithogéniques spéciales. Loin des parties péridotiques, la masse est formée de lamelles de tænite, disposées en faisceaux qui se recoupent suivant les angles de l'octaèdre; les intervalles des lamelles sont remplis par la plessite, qui se distingue, à la première vue, par sa couleur d'un gris très foncé, contrastant avec la nuance d'acier poli de l'autre alliage. Souvent la plessite constitue des îlots à contours fusiformes ou plus ou moins circulaires ou tout à fait irréguliers, bordés par une lamelle plus ou moins continue de tænite, et c'est une condition que je n'ai encore notée dans aucun fer météorique. Près des grains de péridot, la relation des deux alliages prend fréquemment un autre caractère et, quoique la météorite de Kiowa ne présente pas au même degré la structure concrétionnée et concentrique de la pallasite, on reconnaît souvent un enrobement évident des grains silicatés par les

---

(¹) *Science*, t. XVI, p. 39; 1890.

(²) *Proceedings of the american Academy of Sciences*, t. XXVI, 8 avril 1891.

(³) *New-York Academy*, 7 avril 1890. — *Science*, t. XV, p. 359. — *American Journal*, 3ᵉ série, t. XL, p. 312.

(⁴) *American Journal*, 3ᵉ série, t. XLIII, p. 80; 1892.

fers nickelés. C'est alors la plessite qui est en contact avec le minéral pierreux; elle constitue une zone souvent très épaisse et dont le contour extérieur n'est alors aucunement parallèle au profil du péridot. En plus d'un point, plusieurs grains d'olivine sont enveloppés dans la même plage de plessite, qui peut contenir en même temps des nodules différents. Ceux-ci pour l'ordinaire sont de pyrrhotine, assez peu abondante, et de schreibersite, qui se présente au contraire en quantité extraordinaire. Tantôt elle constitue de vrais nodules pouvant mesurer près de 1^{cm} de diamètre, tantôt elle fait des sortes de revêtements autour des péridots ou autour des petits amas de sulfure. Elle est d'un blanc d'étain un peu jaunâtre, très fragile, insoluble dans l'acide chlorhydrique et très fortement magnétique. J'y ai dosé le phosphore par dissolution dans l'eau régale et précipitation par le molybdate d'ammoniaque, et j'ai obtenu très sensiblement la teneur normale de la schreibersite pure.

» La portion silicatée de la météorite de Kiowa est formée exclusivement d'olivine qui offre avec celle de Pallas les analogies les plus intimes. Elle ne forme, en aucun point, des cristaux véritables, mais des fragments de clivage très arrondis et exactement enrobés par le métal. Il est facile de faire sauter à la pointe les grains dont il s'agit des alvéoles qui les contiennent, et de reprendre avec de la cire la forme de celles-ci : on reconnaît alors des fragments d'abord anguleux, qui ont été plus ou moins corrodés par les agents à qui est due la concrétion des parties métalliques.

» En lames minces, au microscope, ce péridot présente de très nombreux clivages, dont beaucoup sont comme injectés de matière tout à fait opaque, qui passe insensiblement aux zones ocracées dont le minéral est traversé. Celles-ci renferment très fréquemment des inclusions opaques, où l'on aperçoit, aux forts grossissements, des délinéaments de formes octaédriques. M. Huntington y avait signalé le fer chromé; une étude très attentive ne m'y a montré que du fer oxydulé ou magnétite. Les zones jaunâtres et les inclusions qu'elles renferment proviennent certainement d'une altération spéciale de l'olivine; il arrive de trouver, dans leur voisinage, des portions limitées par des clivages et qui sont évidemment serpentineuses.

» Quelques échantillons de la météorite de Kiowa se signalent par des caractères tout à fait exceptionnels. Avec la structure et la cohésion habituelles, ils se montrent formés de grains minéraux noirâtres et opaques, cimentés par un réseau de fer oxydé. Un coup d'œil suffit pour montrer qu'ils résultent d'une altération des échantillons normaux : le squelette métallique a été oxydé et les péridots se sont profondément dénaturés. Seulement il ne s'agit certainement pas d'une simple attaque par les intempéries : l'analyse fait voir que l'oxyde ferrugineux qui y prédomine n'est ni la limonite, ni la gœthite, mais la *magnétite*. C'est elle qui constitue à peu près tout le réseau entre les silicates et des filaments déliés dans les fissures des péridots. Je l'ai reproduite, avec tous ses caractères, en chauffant au rouge, dans la vapeur d'eau, un fragment de la météorite de Kiowa.

» A la rigueur, on pourrait supposer que l'échauffement nécessaire à la genèse de la magnétite pourrait dater du passage de la masse cosmique au travers de notre atmosphère; mais il est clair que la vapeur d'eau n'aurait pu, à ce moment, intervenir en quantité suffisante. Il faut donc conclure que l'oxydation s'est faite dans le milieu météoritique lui-même,

où des jets de vapeur, analogues à nos soufflards terrestres, se faisaient jour au contact de la roche métallique préalablement constituée et chauffée au rouge.

» Tout le monde sentira, je crois, la portée de cette remarque au point de vue de la Géologie comparée. »

M. **Daubrée** présente un Mémoire, en langue espagnole, intitulé : *El artificio de Januelo y el puente de Julio César,* par M. de la Escosura, ingénieur du Corps des Mines d'Espagne. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences de Madrid,* t. XIII.)

Ce travail a un intérêt historique. Un aqueduc avait été exécuté par les Romains pour amener à Tolède des sources situées à trente-cinq kilomètres de distance, au moyen d'un aqueduc qui traversait le Tage. Cet ouvrage ayant été détruit, on était réduit depuis plusieurs siècles à transporter l'eau du fleuve à dos de mulet, lorsque Philippe II chargea un habile mécanicien, Januelo, né à Crémone, que Charles-Quint, après avoir reconnu sa grande habileté, amena d'Italie en Espagne, de remplacer cet état de choses par un mécanisme. Januelo résolut la question au moyen d'un moteur qui porte son nom et d'un pont semblable, a-t-on prétendu, à celui au moyen duquel Jules César fit traverser le Rhin à son armée.

M. de la Escosura, chargé de restaurer ce fonctionnement, qui date de 1571 le décrit dans tous ses détails.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 février 1893.

(*Suite.*)

Documents historiques relatifs à la découverte de la Photographie, par le Dr P. N. Arata. Paris, Ernest Leroy; 1 broch. in-fol.

Division exacta de circunferencias y arcos particulares sin tanteo, por D. Leandro de San German y Malet. Barcelona, 1892; 1 broch. in-8°.

Vorschläge zu gesetzlichen Bestimmungen über elektrische Maalseinheiten entworfen durch das Curatorium der physikalisch-technischen Reichsanstalt. Nebst kritischem Bericht über den wahrscheinlichen Werth des Ohm nach den bisherigen Messungen, verfasst von Dr E. Dorn, Professor an der Universität Halle a. S. Berlin, 1893; 1 broch. gr. in-8°.

Wilhelm Weber's Werke, herausgegeben von der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Dritter Band : *Galvanismus und Elektrodynamik.* Erster Theil, besorgt durch Heinrich Weber. Berlin, 1893; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 février 1893.

Traité pratique de Calorimétrie chimique, par M. Berthelot, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. Paris, Gauthier-Villars et fils et G. Masson; 1 vol. petit in-8°.

Principes de laiterie, par E. Duclaux, Membre de l'Académie des Sciences, Professeur à la Sorbonne et à l'Institut agronomique. Paris, A. Colin et Cie; 1 vol. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. G. Darboux et Jules Tannery. Deuxième série, tome XVII, janvier 1893 (tome XXVIII de la collection). Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 fasc. in-8°.

L'Opium, ses abus; mangeurs et fumeurs d'opium, morphinomanes, par le Dr Ernest Martin, ex-Médecin major de l'École Polytechnique etc. Paris, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey).

Notice sur Nicolas de Kokscharow, par M. Daubrée, Membre de l'Institut. (Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences.*) 1 broch. in-4°.

Recherches expérimentales sur la respiration, les inhalations d'oxygène; sommeil et anesthésie; l'intoxication oxycarbonique, par le Dr L.-G. de Saint-Martin. Paris, O. Doin, 1893; 1 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse. Neuvième série, tome IV. Toulouse, 1892; 1 vol. in-8°.

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris, par A. Pizon, Professeur au lycée de Nantes. Première thèse : *Histoire de la blastogénèse chez les Botryllidés.* Seconde thèse : *Propositions données par la Faculté.* Paris, Masson, 1892; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Memorias de la real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales de Madrid. Tome XIII, Parte II. *El artificio de Januelo y el puente de Julio César,* por Escosura. Madrid, 1888; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Daubrée).

Annuario della R. Accademia dei Lincei, 1893. Roma, 1893; 1 vol. in-18.

Astronomische Arbeiten des K. K. Gradmessungs-bureau ausgeführt unter der Leitung des Hofrathes Theodor v. Oppolzer nach dessen Lode, herausgegeben von Prof. Dr Edmond Weiss und Dr Robert Schram. IV Band. Langenbestimmungen. Wien, F. Temfsky, 1892.

El Saharasauro. Datos para el mayor conocimiento de la Fauna africana antediluviana recogidos en una exploracion de las cavernas del Buwenzori en el centro del todavia tenebroso continente, por Carlos Felix Fynje. Malaga, A. Gilabert, 1892; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 MARS 1893.

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection faite par l'Académie de M. *Callandreau* pour remplir, dans la Section d'Astronomie, la place laissée vacante par le décès de M. le contre-amiral *Mouchez*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Callandreau** prend place parmi ses Confrères.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation aux dérivées partielles;* Note de M. **Émile Picard**.

« On sait le rôle très important que joue en Analyse et en Géométrie l'équation aux dérivées partielles

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = ke^u, \tag{1}$$

où k désigne une constante positive. Les problèmes classiques relatifs aux fonctions harmoniques se posent pour les intégrales de cette équation. J'ai montré comment on pouvait les résoudre en supposant même que le point (x, y), au lieu de rester sur un plan simple, se déplace sur une surface de Riemann. On doit toutefois jusqu'ici se borner au cas d'une surface de Riemann *ouverte,* c'est-à-dire ayant un bord; des difficultés subsistent relativement à la surface *fermée.* Je crois avoir réussi à les lever : c'est ce que je vais exposer succinctement en me restreignant au cas du plan simple. La considération d'une surface à plusieurs feuillets, au lieu du plan, n'introduit pas d'ailleurs de sérieuses complications.

» 1. On veut démontrer l'existence d'une solution de l'équation (1), fonction bien déterminée de x et y, et en général continue, sauf aux points $O_1, O_2, \ldots, O_n$ et au point à l'infini. On suppose que, dans le voisinage de O_i, la fonction puisse se mettre sous la forme

$$\beta_i \log r_i + v_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

β_i étant une constante, r_i désignant la distance du point (x, y) au point O_i, et la fonction v_i étant continue en O_i.

» Pour le point à l'infini, on suppose que, en posant $r = \sqrt{x^2 + y^2}$, la fonction se mette sous la forme

$$-\alpha \log r + V,$$

V étant continue à l'infini, et α désignant une constante. Nous faisons les hypothèses

$$\beta_i > -2 \quad (i = 1, 2, \ldots, n), \qquad \alpha > 2$$

et, de plus,

$$\alpha + \beta_1 + \beta_2 + \ldots \beta_n < 0. \tag{2}$$

» 2. La démonstration repose sur un emploi convenable du procédé alterné, dont M. Schwarz a fait un si heureux usage dans l'étude de l'équation de Laplace, mais il est nécessaire de mettre en évidence deux lemmes indispensables. Nous énoncerons le premier en nous plaçant dans le cas le plus simple. Considérons deux cercles concentriques C et C', de rayons R et R' ($R > R'$), et soient deux intégrales de l'équation (1), continues dans C et prenant respectivement sur cette courbe les valeurs constantes A et B. Sur le cercle C' les intégrales prendront les valeurs A' et B', et l'on peut, étant donné un nombre H, trouver un nombre q plus petit que l'unité, de telle sorte que

$$|A' - B'| < |A - B| \cdot q,$$

pourvu que A et B ne soient pas inférieures (il s'agit de la valeur relative) au nombre H; la démonstration de ce point suppose essentiellement $k \neq 0$.

» Passons au second lemme, qui est immédiat. Considérant un contour quelconque C, ayant à son intérieur les points $O_1, O_2, \ldots, O_n$, j'envisage l'équation

$$\Delta v = k r_1^{\beta_1} r_2^{\beta_2} \ldots r_n^{\beta_n} e^v.$$

Soit ε un nombre positif fixe aussi petit qu'on voudra. Si les valeurs d'une intégrale v continue à l'intérieur de C sont, sur ce contour, inférieures à un nombre convenable H, on aura, à l'intérieur de l'aire,

$$v = v' - \eta,$$

v' désignant la fonction harmonique prenant sur C les mêmes valeurs que v, et η désignant une fonction positive qui est inférieure à ε.

» 3. Revenons maintenant au problème proposé. Nous prenons deux cercles concentriques C et C', de rayons *suffisamment grands* R et R'($R > R'$), contenant à leur intérieur les points $O_1, \ldots, O_n$.

» Toutes les fonctions que nous allons considérer satisfont à l'équation (1). On part d'une première fonction u_1, définie dans C, ayant les singularités données en $O_1, O_2, \ldots, O_n$ et prenant sur C des valeurs comprises entre G et H ($H < G$). Cette fonction u_1 prend certaines valeurs sur C'; on forme une fonction v_1 définie à l'extérieur de C', ayant la singularité donnée à l'infini et prenant sur C' les mêmes valeurs que u_1. Cette fonction v_1 prend certaines valeurs sur C; on forme alors une fonction u_2, définie dans C, ayant aux points O les singularités données, et prenant

sur C les valeurs de v_1. On continue ainsi indéfiniment, ce qui donne les deux suites

$$u_1, \quad u_2, \quad \ldots, \quad u_n, \quad \ldots,$$
$$v_1, \quad v_2, \quad \ldots, \quad v_n, \quad \ldots.$$

» A l'aide du second lemme et en s'appuyant sur l'inégalité (2), on montre que, si G et H ont été pris assez petits (en valeur relative), tous les u sur C seront supérieurs à H; le premier lemme permet alors de démontrer que u_n et v_n tendent respectivement vers les limites u et v. A l'aide de ces deux limites, l'existence de la fonction cherchée se trouve établie.

» Je développerai ailleurs cette démonstration, et les conséquences qui résultent du théorème précédent pour plusieurs questions d'Analyse. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la méthode spectro-photographique qui permet d'obtenir la photographie de la chromosphère, des facules, des protubérances, etc.* Note de M. **J. Janssen.**

« Les physiciens astronomes obtiennent aujourd'hui, avec un succès croissant, la photographie de la chromosphère solaire, des protubérances et même des facules.

» Parmi eux, M. Hale se distingue tout spécialement par les très intéressantes photographies qu'il a obtenues et dont il a envoyé des spécimens à l'Académie.

» Le principe de la méthode employée réside essentiellement dans l'emploi d'une seconde fente placée devant la plaque sensible et destinée à isoler dans le spectre le faisceau de rayons avec lequel on veut obtenir l'image en question.

» Je demanderai à l'Académie la permission de lui faire remarquer que le principe de cette seconde fente a été très nettement indiqué par nous dans les Communications faites à l'Académie en 1869, et, avec plus de détails, dans une Communication faite au Congrès de l'Association britannique tenu à Exeter la même année.

» Voici la Note insérée au Compte rendu des séances du Congrès, page 30 des Notes et Communications :

» *Méthode pour obtenir des images monochromatiques des corps lumineux.* — A la suite de l'éclipse du 18 août 1868, j'ai proposé une méthode pour obtenir les images monochromatiques des corps lumineux (*Comptes rendus,* 11 janvier 1869 et 22 mars 1869).

» J'ai l'honneur de donner à l'Association britannique quelques détails sur cette méthode.

» Imaginons qu'on fasse tomber l'image d'une flamme (pour prendre un exemple) sur la fente d'un spectroscope : le spectre formé résultera, dans le sens de sa hauteur, de la *juxtaposition* de tous les spectres linéaires fournis par les rayons lumineux qui pénètrent par divers points de la fente.

» Supposons maintenant qu'on place, au point où le spectre se forme dans la lunette oculaire (tournée vers l'œil), une seconde fente parallèle à la première : cette fente isolera dans le spectre une ligne lumineuse d'une réfrangibilité et d'une couleur déterminées suivant le point du spectre où elle aura été placée. La hauteur de cette ligne et ses divers degrés d'intensité lumineuse seront en rapport avec celles de l'image de la flamme au point où elle est coupée par la fente du spectroscope.

» Si l'on imagine maintenant que le spectroscope tourne autour d'un axe passant par les deux fentes, alors les diverses parties de l'image lumineuse viendront successivement produire leur ligne monochromatique dans la lunette d'exploration, et si le mouvement rotatif est assez rapide, la succession de toutes ces lignes produira une impression totale qui sera l'image de la flamme formée avec les rayons d'une seule réfrangibilité.

» En déplaçant la fente oculaire, on pourra obtenir la série des images monochromatiques de cette flamme.

» Pour avoir plus d'égalité dans l'intensité des diverses parties d'une même image, on pourrait donner à la fente une ouverture plus grande vers les points les plus éloignés de l'axe de rotation.

» Appliquée au soleil, cette méthode pourrait fournir les images de l'ensemble des protubérances.

» Pour la vision d'une protubérance isolée, la méthode de M. Huggens, appliquée par M. Zöllner, peut avoir certains avantages; mais le moyen actuel permettrait d'obtenir l'ensemble du phénomène et, d'ailleurs, c'est surtout comme méthode pour obtenir la série des images monochromatiques des corps lumineux que je la considère comme intéressante [1]. »

» On voit que la méthode est très générale et permet d'obtenir successivement l'ensemble des images monochromatiques d'un corps lumineux.

» M. Hale a substitué le mouvement rectiligne au mouvement rotatif. C'est par le choix judicieux des radiations à isoler pour obtenir l'image que M. Hale a obtenu les succès auxquels nous applaudissons tous.

» Je ne veux ici que constater que la méthode que je proposais dès 1869 a été le point de départ et sert actuellement de base aux méthodes employées actuellement pour obtenir la photographie des phénomènes circomsolaires. »

---

[1] *Report of the thirty-minth meeting of the British Association* (Exeter, 1869).

CHIMIE MINÉRALE. — *Analyse des cendres du diamant;*
par M. Henri Moissan.

« Dans les recherches analytiques qui ont précédé nos études sur la production des variétés denses de carbone, il nous a semblé indispensable de caractériser les matières minérales qui se rencontrent dans les cendres du carbone cristallisé. Cette quantité de cendres étant excessivement faible, je me suis adressé surtout au boort, qui est d'une valeur moins grande et qui renferme plus de matières étrangères que les pierres d'une grande limpidité. La méthode analytique employée variait suivant le corps à reconnaître. Mais ce sont surtout les études microchimiques qui nous ont permis d'établir quelques réactions d'une grande netteté. Nous avons employé aussi l'analyse spectrale, mais la présence du fer, qui donne au spectroscope un si grand nombre de raies, compliquait singulièrement ces recherches. Cette méthode nous a cependant permis de contrôler l'existence de quelques traces de corps simples mis en évidence par les réactions microchimiques.

» Le fer a été caractérisé surtout par le sulfocyanure de potassium. On agissait soit sur la solution chlorhydrique ou sulfurique des cendres, soit sur une solution acide, après fusion, avec une trace de carbonate de soude absolument pur.

» La silice était décelée au moyen de la perle de sel de phosphore. On reconnaissait ainsi à la loupe une trace de silice insoluble au milieu de la perle. C'est la réaction la plus sensible que nous ayons trouvée pour ce corps.

» Le titane était recherché au moyen de la réaction de M. Lévy : action de l'acide titanique sur la morphine en solution dans l'acide sulfurique [1]. On opérait soit directement sur les cendres, soit après attaque au bisulfate.

» Le calcium était reconnu au microscope, grâce à la formation d'oxalate de chaux cristallisé.

» Le magnésium se caractérisait de même au microscope par la production de phosphate ammoniaco-magnésien.

---

[1] Lévy, *Contributions à l'étude du titane* (*Thèse de la Faculté de Paris*, 1891 et *Comptes rendus*, 29 novembre, 13 décembre 1886).

» Tous les fragments de diamant, avant d'être brûlés dans l'oxygène, étaient traités par l'acide fluorhydrique, puis par l'eau régale bouillante, enfin lavés à l'eau et séchés à l'étuve. Nous ne donnerons pas le poids des cendres lorsqu'il était inférieur à $\frac{1}{2}$ milligramme.

» N° 1. *Boort du Cap :* Aspect gras, coloration violette, cristallisation tourmentée. D = 3,49, P = 0,387. Cendres : 0,0005, correspondant à 0,13 pour 100 de boort. Les cendres sont blanches, sauf un point ocreux; elles sont très légères et ont conservé la forme générale du cristal, tout en présentant l'aspect de feuillets entr'ouverts.

Fer..........	Abondant, caractérisé directement sur la solution chlorhydrique des cendres.
Silicium.....	Réaction très nette par la perle.
Calcium.....	Traces par l'oxalate de chaux, vérifié au spectroscope.
Magnésium...	Réaction nette, mais très faible, par le phosphate ammoniaco-magnésien.

» N° 2. *Deux morceaux de boort du Cap :* Aspect gras, pointements cristallins, couleur gris fer. D = 3,49, P = 0,146. Cendres très faibles, d'un poids inférieur à $\frac{1}{2}$ milligramme, de couleur ocreuse, ayant conservé la forme primitive du cristal. Fer abondant. Silicium très net par la perle. Pas de titane. Calcium : traces. Magnésium : traces.

» N° 3. — *Boort du Cap :* aspect gris-fer; D = 3,48, P = 0,093. Cendres très faibles d'un blanc gris. Fer : réaction très nette; silicium : réaction très nette.

» N° 4. — *Carbonado du Brésil :* d'une grande dureté; aspect d'anthracite. D = 3,50, P = 0,097. A donné à la combustion un poids d'acide carbonique correspondant à 0,96 de carbone. Cendres dont le poids est inférieur à $0^{mm},5$, mais en plus grande quantité, comparativement, que le n° 3. Ces cendres sont d'une couleur rouge-brique, très dures, d'un aspect granuleux.

Fer..........	Réaction très nette, forme la majeure partie des cendres; peut être caractérisé par le ferrocyanure et même par la perle de borax.
Calcium......	En très petite quantité. Vérifié au spectroscope.
Magnésium...	Douteux.
Titane.......	Néant.

» N° 5. — *Carbonado du Brésil :* de couleur noire, d'aspect chagriné, présentant au microscope des stries alternativement blanches et noires. P = 0,354. Il a fourni, après la combustion : cendres, 0,017, soit 4,8 pour 100. Il nous a été possible de faire une analyse quantitative de ces cendres; voici les résultats obtenus :

	Pour 100 de cendres.	Pour 100 de carbonado.
Sesquioxyde de fer...........	53,3	2,2
Silice.......................	33,1	1,4
Chaux.......................	13,2	0,6
Magnésie....................	Traces	»

» N° 6. — *Boort du Brésil :* fragments rouges. Surface cristalline renfermant des veines transparentes, de couleur ocreuse. D = 3,49, P = 0,130. Cendres très faibles, inférieures à $0^{mm},5$, à feuillets blancs et ocreux. Ces cendres, plus difficilement attaquables que celles du carbonado, ont dû être reprises par le carbonate de potasse.

Fer..........	Réaction très nette par le sulfocyanure et le ferrocyanure.
Silicium......	Abondant par la réaction de la perle.
Magnésium...	Douteux.
Calcium......	Très faible.
Titane.......	Néant.

» Pas de didyme, pas d'aluminium.

» N° 7. — *Boort du Brésil :* Fragments verts, transparents, très réfringents, présentant quelques faces cristallines très nettes. D = 3,47, P = 0,093. Cendres insignifiantes, légèrement jaunâtres. Les diamants tout à fait transparents en ont seuls donné une quantité plus faible.

Fer.................................	Néant.
Silicium............................	Réaction nette à la perle.

» N° 8. — *Diamant du Cap taillé :* très légèrement jaunâtre, belle limpidité, fluorescent. D = 3,51, P = 0,126. Cendres à peine visibles; le fer a pu être caractérisé avec une grande netteté.

» En résumé, tous les échantillons de boort et de diamant du Cap que nous avons étudiés renfermaient du fer. Ce métal formait, du reste, la majeure partie des cendres. Nous l'avons retrouvé dans les cendres du carbonado et du diamant du Brésil, sauf dans une variété de boort de couleur verte qui en était totalement dépourvue. Enfin nous avons caractérisé, dans tous ces échantillons, l'existence du silicium et, dans la plupart, la présence du calcium. Nous rappellerons que M. Daubrée a indiqué l'existence de ce métal alcalino-terreux dans certains fers natifs, tels que ceux d'Ovifak. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques propriétés nouvelles du diamant;* par M. **Henri Moissan.**

« Les chimistes qui ont étudié les propriétés du diamant ont surtout porté leur attention sur l'action que l'oxygène exerce sur ce corps à haute température. Nous avons été amené à reprendre l'étude plus méthodique des propriétés du diamant.

» Bien que cette action de l'oxygène fût connue depuis longtemps, on n'avait aucun renseignement sur la température exacte de la combustion du diamant. Dans des expériences mémorables qui ont servi à fixer le poids atomique du carbone, Dumas et Stas ([1]) avaient réalisé cette expérience au moyen d'un tube de porcelaine, chauffé dans un fourneau de terre. La plupart des chimistes qui, depuis cette époque, ont eu à brûler du diamant, ont opéré cette combustion dans la porcelaine et sur une bonne grille à analyse organique. Dès le début de ces recherches, nous avons remarqué qu'il y avait des différences très grandes dans les températures de combustion des différents échantillons.

» Pour déterminer ces températures de combustion, nous avons employé la pince thermo-électrique de M. Le Chatelier, placée dans un tube de porcelaine vernissé à l'intérieur et à l'extérieur. La soudure se trouvait disposée sur un petit support de platine qui recevait le diamant à brûler. Cet appareil, fermé à chaque extrémité par des ajutages de verre mastiqués sur le tube de porcelaine, permettait de voir la combustion qui s'effectuait dans un courant d'oxygène pur. Deux petits barboteurs à eau de baryte étaient intercalés dans l'appareil, l'un après l'oxygène pour s'assurer de sa pureté, l'autre après le tube de porcelaine pour reconnaître le commencement de la combustion.

» Lorsque l'on élève lentement la température dans ces conditions, la combustion du diamant, accusée par l'action de l'acide carbonique sur l'eau de baryte, se produit lentement et sans dégagement visible de lumière. Mais si l'on dépasse ce point de 40° à 50°, la combustion se fait avec éclat et le fragment est entouré par une flamme très nette.

» N° 1. — Carbonado de couleur ocreuse : brûle avec flamme à une température de 690°.

» N° 2. — Carbonado noir à aspect chagriné : brûle avec flamme à une température comprise entre 710° et 720°.

» N° 3. — Diamant transparent du Brésil : commence à brûler sans flamme à la température de 760° à 770°.

» N° 4. — Diamant transparent du Brésil nettement cristallisé ([2]) : commence à brûler sans éclat entre 760° et 770°.

([1]) Dumas et Stas, *Recherches sur le véritable poids atomique du carbone* (*Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. I, p. 5).

([2]) Ce diamant, qui avait été chauffé préalablement dans une brasque en charbon à la

» N° 5. — Diamant taillé du Cap : commence à brûler sans éclat de 780° à 790°.

» N° 6. — Boort du Brésil : commence à brûler sans éclat à la température de 790° et brûle avec flamme à 840°.

» N° 7. — Boort du Cap : brûle sans éclat à 790° et avec flamme à 840° comme le précédent.

» N° 8. — Un fragment de boort très dur, impossible à tailler, rayant les meules d'acier sans être entamé par l'égrisée, n'a commencé à brûler sans flamme qu'à 800° et à brûler avec éclat qu'à 875°.

» Chauffés dans l'hydrogène à 1200°, les diamants du Cap ne changent pas de poids. Lorsque l'on opère sur des pierres taillées, un peu jaunâtres, il arrive qu'elles changent légèrement de teinte, s'éclaircissent et parfois aussi perdent de leur limpidité.

» Le chlore sec n'agit pas sur le diamant entre 1100 et 1200°. Il en est de même du gaz acide fluorhydrique dans les mêmes conditions.

» La vapeur du soufre n'attaque le diamant qu'à très haute température. Il faut chauffer à la température de 1000°, prise à la pince thermo-électrique, pour que cette réaction puisse se produire. Mais avec le diamant noir, la formation de sulfure de carbone se produit facilement dès la température de 900°.

» La vapeur de sodium est sans action sur le diamant à la température de 600°. Le fer à son point de fusion se combine énergiquement au diamant et fournit une fonte qui, par refroidissement, laisse déposer du graphite. Le platine fondu s'y combine aussi avec rapidité.

» Le bisulfate de potasse et les sulfates alcalins en fusion n'attaquent pas le diamant. Il en est de même pour le sulfate de chaux qui, à 1000°, n'a pas été réduit.

» L'action des corps oxydants a déjà été étudiée avec soin. Il nous suffit de rappeler la séparation des différentes variétés de carbone, indiquée par M. Berthelot, au moyen du chlorate de potassium et de l'acide azotique. Dans un travail important, M. Ditte a démontré que l'acide iodique anhydre attaque à 260° toutes les variétés de carbone, sauf le diamant.

» Le chlorate de potassium en fusion est sans action sur le diamant ainsi que le nitrate de potassium, tandis que le carbonado, comme l'a établi M. Damour, est attaqué dans ces conditions.

---

température du chalumeau à oxygène, était recouvert d'une légère couche noire. Cette couche superficielle a disparu un peu avant la température de combustion du diamant.

» Une réaction curieuse nous a été présentée par les carbonates alcalins. Lorsque l'on maintient un diamant dans du carbonate de potassium ou de sodium en fusion à haute température, il disparaît rapidement en donnant de l'oxyde de carbone. Cette réaction nous a amené à rechercher si le diamant ne contient pas une petite quantité d'hydrogène qui, dans ce cas, pourrait se dégager sous forme gazeuse et être facilement caractérisé.

» Voici comment l'expérience était disposée :

» Une nacelle de platine contenant le carbonate alcalin absolument sec et le diamant était placée dans un tube de porcelaine vernissé à l'intérieur et à l'extérieur et dans lequel on avait fait le vide après l'avoir, au préalable, rempli d'acide carbonique. On portait ensuite le tube à la température de 1100° et 1200°, et l'on recueillait le mélange gazeux qui se dégageait pour en faire l'analyse. Une solution de potasse enlevait l'acide carbonique. L'oxyde de carbone était absorbé par le souschlorure de cuivre en solution acide et le faible résidu restant, additionné d'oxygène, ne variait pas de volume sous l'action de l'étincelle. Nous estimons qu'on peut conclure de cette expérience que le diamant essayé ne renfermait pas d'hydrogène ou d'hydrocarbure gazeux.

» En résumé, la température de combustion du diamant est variable avec les différents échantillons; elle oscille entre 760° et 875°. En général, plus le diamant est dur, plus sa température de combustion est élevée. Si le diamant résiste, à 1200°, au chlore, à l'acide fluorhydrique, à l'action de différents sels, par contre, il est facilement attaqué à cette température par les carbonates alcalins et cette décomposition sous forme gazeuse nous a permis d'établir que l'échantillon étudié ne renfermait pas d'hydrogène ou d'hydrocarbures. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Le pancréas et les centres nerveux régulateurs de la fonction glycémique;* par MM. **A. Chauveau** et **M. Kaufmann.**

« Les modifications de la fonction glycémique sont dues à des modifications de la production autochtone du sucre dans l'économie animale. En effet, la dépense de cette substance se continue d'une manière incessante dans tous les cas d'hyperglycémie ou d'hypoglycémie provoquées expérimentalement. De plus, la surproduction qui engendre l'hyperglycémie résulte toujours d'une suractivité du foie (*Comptes rendus,* 6 et 13 février

1893). Il s'ensuit que ce qui est à expliquer dans la pathogénie du diabète, c'est le mécanisme de cette suractivité. Il y a peu de temps encore, tous les efforts pour arriver à cette explication se concentraient plus ou moins autour de l'expérience, d'ailleurs si remarquable, de Cl. Bernard : la piqûre du plancher du quatrième ventricule produisant un diabète passager. Aujourd'hui, notre attention est appelée sur un autre fait non moins considérable : le diabète produit par l'ablation du pancréas. Ce fait est acquis désormais à l'explication de la suractivité hépatique. Il démontre, d'une manière saisissante, ce que certains faits cliniques permettaient déjà d'entrevoir vaguement, à savoir que le pancréas est un frénateur du foie, un modérateur de sa fonction.

» Comme les veines du pancréas se rendent dans la veine porte, on est tenté naturellement d'expliquer l'influence frénatrice de cette glande sur la fabrication du sucre dans le foie, en supposant une sécrétion pancréatique *interne*, dont les produits, versés dans le sang, sont apportés à la glande hépatique où ils participent à son fonctionnement. Comment? Le procédé, s'il existe réellement, serait à déterminer tout entier. On ne sait même pas d'où partir à sa recherche. Agit-il directement sur les matériaux que le foie change en sucre ou sur les organules élémentaires hépatiques qui opèrent cette transformation? C'est ce qu'on ne saurait dire.

» En tout cas, en admettant qu'une démonstration expérimentale rigoureuse donne corps un jour à l'hypothèse d'une action directe de la sécrétion pancréatique interne sur le foie, ce ne serait là qu'une partie, et une petite partie, de la vérité. Les faits déjà connus, avec les faits nouveaux que nous avons à produire, tendent à montrer que cette sécrétion pancréatique exerce son action frénatrice surtout en agissant sur des centres nerveux régulateurs de l'activité du foie. Cet ensemble de faits nous attache, de plus, à l'idée que le pancréas est influencé lui-même par un appareil nerveux régulateur de son activité.

» Sans doute l'action exercée, dans le cas présent, par ces deux glandes, apparaît comme un phénomène d'ordre nutritif pur et simple ne dépendant, au fond, que des propriétés inhérentes au tissu propre de chacun de ces organes, mais le système nerveux ne saurait se dispenser d'intervenir pour le réglage de cette action. Comment s'opère ce réglage? Nous ne sommes plus au temps où les modifications fonctionnelles du foie pouvaient être rattachées exclusivement aux modifications de l'activité circulatoire, qui sont déterminées par les actions nerveuses vaso-motrices. Il y a, pour

les glandes, des nerfs excito-sécréteurs dont le fonctionnement entraîne corrélativement celui de nerfs vaso-dilatateurs ou vaso-constricteurs, suivant les cas. On n'a pas de raison pour refuser au foie, de même qu'au pancréas, ces nerfs excito-sécréteurs (Vulpian, Fr. Franck), ni pour s'abstenir de chercher dans l'axe cérébro-spinal (ce qui nous importe exclusivement pour le moment) les centres cellulaires desquels ces nerfs tiennent leur activité.

» Les enseignements de la Physiologie générale nous imposent même l'obligation de prévoir l'existence, non seulement de ces centres *excito-sécréteurs,* mais encore de centres antagonistes jouant, à l'égard du foie au moins, le rôle d'agents *fréno-sécréteurs*.

» Une telle recherche est environnée des plus grandes difficultés. Elle exige la connaissance exacte des résultats produits par la section transversale de l'axe cérébro-spinal en certains lieux d'élection. C'est ce qui a été déjà fait bien souvent. Mais les expériences antérieures n'ont pas été exécutées dans les conditions qui donnent aux nôtres leur originalité. Visant le déterminisme de l'action exercée par le pancréas dans la fonction glycémique, ces expériences ont réalisé des combinaisons variées, entre autres celle des sections médullaires avec l'ablation de la glande pancréatique.

» A. *Effets produits sur la fonction glycémique par la section de la moelle épinière près de son union avec le bulbe rachidien.* — Le Tableau des expériences que nous avons à présenter sur ce sujet ajoutera peu de chose à ce que nous savons déjà de ce qu'il advient de la fonction glycémique quand on coupe la moelle épinière près de son origine et qu'on entretient, pendant un certain temps, la vie de l'animal, au moyen de la respiration artificielle. Mais ce Tableau constitue, pour ceux qui suivront, un terme de comparaison nécessaire. Les faits qu'il expose forment, du reste, le premier anneau d'une chaîne, dont tous les éléments, méthodiquement coordonnés, se tiennent étroitement. Nous avons de plus à en tirer nos premières déductions fondamentales.

» Toutes les expériences de notre étude, répéterons-nous, ont été exécutées sur des chiens à jeun. Toutes ont eu pour but de faire connaître l'influence qu'exercent, sur la fonction glycémique, les facteurs particuliers introduits dans ces expériences, influence appréciée par la comparaison du sang artériel, au point de vue de la teneur en glycose, *avant* et *après* l'introduction de ces facteurs :

Nos des expér.	Temps écoulé depuis la section sous-bulbaire, jusqu'au moment des prises de sang faites après cette section et des prises de température.	Glycose pour 1000 contenue dans le sang artériel — au moment même de la section ou avant.	après la section.	Augmentation rapportée à l'unité.	Température rectale — avant.	après.
		gr	gr			
I.	2h...........	1,428	2,390	1 : 1,673	?	?
II.	1h30m........	1,159	1,500	1 : 1,294	?	?
III.	1h20m........	0,980	1,961	1 : 2,001	38°,1	34°,1
IV.	1h10m........	0,962	2,040	1 : 2,120	?	?
V.	1h30m........	0,981	1,625	1 : 1,656	39	37,4
VI.	1h...........	0,896	1,857	1 : 2,072	38,5	36,4
	4h...........	»	1,061	1 : 1,184	»	32
	6h...........	»	1,268	1 : 1,415	»	30

» Ce Tableau démontre que la section de la moelle épinière agit dans le même sens que l'extirpation du pancréas, c'est-à-dire que cette section provoque de l'hyperglycémie. Évidemment cette hyperglycémie n'atteint généralement pas l'intensité de celle qui résulte de la suppression du pancréas. L'accroissement de la glycose hématique, après qu'on a coupé la moelle à son origine, n'en est pas moins très manifeste. Nous rappellerons, du reste, que cet accroissement s'accompagne souvent de glycosurie. Ces caractères communs suffisent à justifier un rapprochement entre les résultats de la suppression du pancréas et ceux de la section bulbaire de l'axe cérébro-spinal. Il existe pourtant un caractère différentiel, ayant une réelle importance. Nous voulons parler de l'instabilité de l'hyperglycémie due à cette dernière opération. Après être rapidement arrivée à son maximum et s'y être maintenue un certain temps, l'hyperglycémie tend à décroître. Peut-être même, si la vie pouvait être suffisamment prolongée, cette hyperglycémie se changerait-elle en hypoglycémie.

» L'expérience VI a été introduite pour montrer cet amoindrissement. Il a pour cause principale les conditions déprimantes dans lesquelles se trouve le sujet et qui ne tardent pas à amener le refroidissement et la mort. Aussi la comparaison doit-elle être poursuivie ici, comme nous le faisons, entre l'animal dépancréatisé et celui qui a subi depuis peu de temps la section atloïdo-occipitale de la moelle épinière. La ressemblance est telle, alors, entre les deux sujets, qu'on est autorisé à les considérer comme étant placés sous une même influence, ou plutôt sous deux in-

fluences de même nature : chez l'un, la suppression du pancréas; chez l'autre, la paralysie de cette glande ou l'inhibition plus ou moins prononcée de sa sécrétion interne.

» De l'effet produit par la section bulbaire sur la fonction glycémique, nous pouvons donc conclure que la section a isolé du pancréas un centre qui l'excite : d'où paralysie de l'organe, entraînant l'hyperglycémie, comme la suppression même de cet organe. Nous déduisons encore de cet effet qu'au delà de la section, il existe dans la moelle épinière un centre excito-sécréteur pour le foie. La suppression matérielle du pancréas, ou celle de son action physiologique par section bulbaire, ne porte pas d'atteinte à ce centre. Au contraire, il en devient plus actif, parce qu'il n'a plus d'antagoniste. Il y a alors surexcitation de la fonction glycoso-formatrice du foie, surexcitation qui s'atténue ensuite peu à peu, à cause des conditions déprimantes dans lesquelles la section de l'axe médullaire a placé le sujet.

» *Conclusions.* — 1° *L'action frénatrice que le pancréas exerce sur l'activité glycoso-formatrice du foie paraît être sous la dépendance d'un centre excito-sécréteur des cellules chargées de la sécrétion interne du pancréas.*

» 2° *Ce centre est situé dans la partie encéphalique de l'axe médullaire.*

» 3° *L'activité glycoso-formatrice des cellules hépatiques semble régie par un centre excito-sécréteur situé dans une des régions de la moelle épinière.*

» 4° *L'action frénatrice du pancréas a chance de s'exercer sur ce centre excito-sécréteur plutôt que sur le foie lui-même.*

» Telles sont, à titre provisoire, les déductions, nécessairement incomplètes, que nous nous croyons autorisés à tirer de notre première série d'expériences. On pourrait sans doute imaginer plus d'une autre explication plausible des effets produits par la section bulbaire sur la fonction glycémique. Celle que nous nous proposons d'adopter momentanément répond à une inéluctable exigence : la nécessité de tenir compte des deux organes couplés qui constituent l'appareil glycoso-formateur; celui qui règle la production ne doit pas plus être négligé que celui qui l'accomplit.

» B. *Effets de la piqûre du plancher du quatrième ventricule comparés à ceux de la section de la moelle épinière près de son union avec le bulbe.* — On peut les considérer les uns et les autres comme étant à peu près identiques : glycosurie passagère, hyperglycémie décroissante, c'est ce qui se remarque dans les deux cas. L'identité va même si loin, qu'elle ne laisse pas que d'étonner un peu; car la section médullaire, malgré la respiration artifi-

cielle, entraîne toujours la mort plus ou moins rapide; elle ne semble pas ainsi pouvoir permettre l'évolution de tous les phénomènes qu'entraîne la simple piqûre bulbaire. Cette identité d'effet fait nécessairement penser à l'identité de mécanisme. *Aussi est-on amené tout naturellement à considérer la piqûre du plancher du quatrième ventricule comme une opération qui inhibe passagèrement le centre sécréteur du pancréas.* L'enchaînement logique des faits nouveaux découverts depuis les travaux de Cl. Bernard conduit, comme on le voit, assez loin de sa théorie des effets produits par sa célèbre opération. Ce n'est pas, du reste, la première fois qu'est émise l'opinion qu'elle agit par inhibition ou paralysie plutôt que par excitation du centre bulbaire.

» Ce rapprochement entre le mode d'action de la piqûre du bulbe et celui de sa section transversale fixe un des points laissés indéterminés dans les conclusions tirées des effets de cette dernière opération : *c'est dans le bulbe rachidien qu'il faut placer le siège du centre excito-sécréteur du pancréas.*

» C. *Le bulbe rachidien considéré comme centre fréno-sécréteur du foie.* En attribuant le rôle de centre excito-sécréteur du pancréas au bulbe rachidien, nous faisons de cet organe un centre fréno-sécréteur pour le foie. Le bulbe, en effet, ne peut pas exciter le pancréas sans exercer, du même coup, une action frénatrice sur le foie. Mais ce n'est peut-être pas seulement ainsi par contre-coup que le bulbe modère la fonction glycosique. Les effets de la section bulbaire peuvent, en effet, être interprétés parfaitement comme étant le résultat de l'isolement d'un centre fréno-sécréteur agissant directement sur le foie, ou plutôt sur l'appareil nerveux périphérique de cette glande. Rien ne contredit cette déduction nouvelle. Si on l'acceptait, l'appareil hépato-pancréatique, envisagé comme agent de la fonction glycosique, pourrait être conçu de la manière suivante, au point de vue de ses relations avec ses centres nerveux régulateurs :

» *Il y a dans le bulbe rachidien un* centre excitateur *du pancréas et un* centre frénateur *du foie. Un* centre excitateur *de ce dernier existe dans la moelle épinière.*

» *La sécrétion pancréatique interne, à part le rôle indéterminé qu'elle peut remplir en agissant directement sur le foie,* excite *le frénateur de la glande hépatique, et en* modère *l'excitateur.*

» *Donc, la suppression du pancréas amoindrit l'activité du frénateur hépatique et augmente celle de l'excitateur. C'est peut-être parce que cette double action se produit, que le trouble de la fonction glycémique, déterminé par la*

suractivité du foie, est si accentué et si grave chez les sujets privés de pancréas.

» *Si la section bulbaire ne trouble pas la fonction glycémique aussi profondément que le fait la suppression du pancréas, c'est que cet organe, quoique soustrait à l'influence de son centre excitateur, n'est, sans doute, pas absolument paralysé et peut, par sa sécrétion interne, continuer à exercer une certaine action modératrice sur le centre excito-sécréteur du foie.*

» Voilà, au complet maintenant, la théorie qui, lorsqu'on tient compte du pancréas et des effets de son ablation, découle des faits observés dans les expériences de section ou de piqûre bulbaire. Nous affirmons donc très franchement le rôle *frénateur* exercé directement par le bulbe dans la fonction glycoso-formatrice du foie. Comme ce rôle se confond nécessairement, dans ses conséquences, avec celui que le bulbe remplit en tant qu'agent *excito-sécréteur du pancréas,* nous pouvons très bien, pour simplifier l'exposition de nos faits ultérieurs, nous servir à peu près exclusivement de la notion du *centre frénateur direct* de la glande hépatique, quand nous aurons à parler des influences modératrices que la moelle allongée exerce sur l'activité de cette glande.

» Donc, nous reconnaîtrons que cette activité du foie est dirigée par un *centre excitateur,* placé dans la moelle épinière, en un point à déterminer, et par un *centre frénateur,* situé dans la moelle allongée : ce dernier à côté (et peut-être confondu avec lui) du *centre excitateur du pancréas,* dont l'influence, s'exerçant dans le même sens que celle du centre frénateur du foie, peut être jusqu'à un certain point négligée. Il est important pourtant de ne jamais perdre de vue que la sécrétion interne, réglée par ce centre excitateur du pancréas, *excite* le frénateur de la glande hépatique et en *modère* l'excitateur.

» La question est maintenant nettement posée et les démonstrations à donner très clairement indiquées. Nous pourrons donc parler plus aisément des laborieuses études expérimentales que nous avons consacrées à ces démonstrations et des faits nouveaux qui s'y sont révélés. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Fixation des torrents et boisement des montagnes;* par M. **Chambrelent.**

« Dans la discussion du budget de l'Agriculture qui vient d'avoir lieu ces jours derniers à la Chambre des Députés, on a pu remarquer combien la question de la fixation des torrents et du boisement des montagnes avait été reconnue d'une importance capitale pour le pays.

» L'un des députés qui a fait ressortir le mal avec le plus d'énergie, M. Trélat, a signalé le déboisement comme une calamité publique, « et » un appauvrissement national », a ajouté un de ses collègues, M. Montaut.

» Déjà, dans la discussion du budget de l'année 1892, un député de la région du sud-est, M. Lagnel, avait signalé l'urgence de ces travaux et avait surtout protesté contre le délai de quarante ans que l'on disait nécessaire pour l'achèvement de l'œuvre.

» Ce qui a été dit n'est que trop vrai, et, comme on l'a ajouté avec raison, le mal va chaque jour en augmentant.

» Ce qui est encore vrai et ce qu'on ne saurait trop répéter, c'est que l'œuvre peut être accomplie dans un délai bien moins long, et avec une dépense bien moins grande que celle du mal à réparer constamment.

» Pour citer un exemple frappant à cet égard, il suffit de rappeler les inondations de 1875 du bassin pyrénéen, ravageant si cruellement la ville de Toulouse et de si vastes étendues de terrain et entraînant en outre la mort de plusieurs habitants du pays. Les dégâts furent évalués, dans un rapport officiel, à plus de cent millions. Eh bien! avec un chiffre de cent millions au plus, on eût boisé et fixé tout le bassin et arrêté le mal pour l'avenir.

» En 1882 un orage, peu étendu cependant, qui avait traversé la vallée de l'Isère et s'était arrêté sur le massif de la Grande Chartreuse, avait causé des dégâts considérables sur les torrents non boisés et arrêté la circulation. Le Préfet en signalant le mal, demandait qu'il fût immédiatement réparé. « De larges surfaces de terrains », disait-il, ont été couvertes de 2^m à 3^m de déjections; des maisons ont été emportées et l'action a été si violente qu'elle s'est étendue jusque dans la plaine. Le Ministre de l'Agriculture, qui était alors M. de Mahy, me chargea de l'examen du Rapport du Préfet.

» La première chose qui me frappa c'est qu'au milieu du bouleversement qu'avaient produit les torrents débordés, un seul n'avait pas subi de dégâts, bien qu'il eût été au moins aussi exposé que les autres à l'orage. Il avait été préservé par quelques travaux de barrages, fort peu coûteux, qui y avaient été exécutés précédemment.

» Quelque temps après, un fait contraire au débordement si funeste des torrents se produisait. L'étiage de la Durance baissait de $0^m,80$ au-dessous du plus bas étiage connu jusqu'ici, et nous étions obligé d'abaisser les seuils des prises d'eau des canaux d'irrigation pour assurer l'alimentation de ces canaux.

» Ainsi les eaux des crues, qui sont un danger public, augmentent de plus en plus, tandis que les eaux d'étiage, qui sont un bienfait pour l'irrigation des terres en été, tendent de plus en plus à diminuer.

» Mais ce n'est pas seulement au point de vue de l'irrigation que la réduction des eaux d'été porte un tort considérable au pays; un intérêt général, d'un ordre encore plus élevé, ne se ressent pas moins de cette réduction des eaux. Tous les fleuves et rivières qui servent aujourd'hui à la navigation intérieure de la France souffrent, en effet, de cette réduction des eaux d'étiage, comme les riches vallées qu'ils traversent souffrent de l'abondance de leurs crues.

» En outre, pendant que les eaux des orages se précipitent des flancs dénudés des montagnes, sans aucune réserve pour l'alimentation de l'été, elles détachent, des torrents ravinés, des terres et des graviers, qui encombrent le lit des rivières privées d'eau et augmentent de plus en plus, par ces deux causes réunies, les difficultés de la navigation.

» Un second intérêt général du même ordre souffre encore des dégradations des torrents dans la partie supérieure des montagnes.

» Tous les ans, le Ministre des Travaux publics est obligé d'allouer des crédits supplémentaires pour réparer les dégradations causées aux routes par les éboulements des montagnes et y rétablir une circulation très souvent interrompue par les terres ou les rochers précipités de ces montagnes.

» J'ai été témoin moi-même, pendant l'exécution des travaux dont j'ai été chargé dans les Alpes, non seulement des effroyables dégradations de nos routes, mais des accidents les plus graves arrivés aux ouvriers chargés d'en assurer la viabilité. J'en ai vu périr un à mes côtés, dans l'accomplissement de ses dangereuses fonctions, atteint par des blocs qui se détachaient du torrent débordé.

» Il y a quelques années, les ingénieurs de l'Isère, pressés de terminer l'ouverture de la route n° 91, qui, en dehors des intérêts généraux de la circulation, présentait des intérêts stratégiques de premier ordre, les ingénieurs, disons-nous, déclaraient que la route était terminée sur son parcours, excepté au pied du torrent de Vaudaine.

» Rien ne pouvait être fait sur ce point, disaient les ingénieurs, tant que le bassin n'aurait pas été fixé par des barrages et des reboisements. L'Administration des forêts, à qui la situation fut exposée, répondait au Ministre que les travaux de fixation de ce torrent n'avaient pu encore être exécutés faute des fonds nécessaires.

» Le Ministre des Travaux publics, sur l'avis du Conseil général des ponts et chaussées, n'hésita pas à prélever sur les fonds des routes la somme nécessaire pour les travaux de fixation et de boisement du torrent et mit la somme à la disposition de l'Administration forestière.

» Nous n'avons parlé jusqu'ici que des dégradations et interruptions de circulation produites par les torrents sur les routes et chemins ordinaires. Mais le mal est bien plus grand et ses conséquences bien plus graves encore, si nous jetons les yeux sur les voies ferrées.

» Les lignes du réseau de la Méditerranée ont eu tellement à souffrir, dans ces dernières années, des éboulements des montagnes, que les ingénieurs de la Compagnie nous disaient que, sur plusieurs lignes, il deviendrait bientôt nécessaire, si le mal continuait, d'abandonner certaines parties déjà construites, qui passent au pied des torrents, pour les établir en souterrain au-dessous des mêmes torrents.

» Sur la seule ligne du Rhône au Mont-Cenis, il résulte, des états qui nous ont été donnés par les ingénieurs de la voie, que les travaux de déblaiement et autres qu'ont nécessités les éboulements sur le chemin ont donné lieu jusqu'ici à une dépense de plus de 872 000^{fr}.

» Le Directeur de la construction de ces grands travaux avait adressé, à la fois aux Ministres des Travaux publics et de l'Agriculture, un rapport des plus remarquables où il signalait le mal et demandait qu'on s'occupât d'y porter remède.

» Au moment, disait-il, où l'on dépense cinq milliards pour étendre le réseau des chemins de fer dans les régions où les transports de voyageurs et de marchandises sont très limités, n'est-il pas de la plus haute raison de demander le vingt-cinquième de ce formidable chiffre, 200 millions environ, pour accomplir une œuvre essentielle, indispensable à l'existence de plusieurs départements et d'où dépend en même temps la sécurité des communications d'une partie du pays.

» Et le Directeur de ce grand réseau de la Méditerranée offrait, pour l'œuvre dont il motivait si bien l'impérieuse nécessité, un large concours pécuniaire de la Compagnie, concours si bien justifié par les dégradations qu'éprouvaient ses chemins de fer par suite des débordements des torrents.

» Si des Alpes nous passons aux Pyrénées, le mal, quoique existant dans des proportions moindres, s'y révèle cependant d'une manière flagrante.

» Pour en donner une idée, nous citerons ce fait, c'est que l'État ayant construit lui-même plusieurs lignes de chemins de fer qui ont été livrées après, pour leur exploitation, à la Compagnie des chemins de fer du Midi,

la Compagnie n'a consenti à prendre livraison de ces lignes que sous la réserve que toutes les dégradations qui y seraient produites par les torrents des montagnes qui les dominent resteraient à la charge de l'État, jusqu'à ce qu'il ait fait exécuter dans les montagnes les travaux nécessaires pour fixer les versants qui menacent ces lignes.

» Il y a quelques années, la situation des deux fleuves de la Garonne et de la Gironde, ainsi que celle du port de Bordeaux, au point de vue de la navigation, donnaient de telles préoccupations au Gouvernement, que le Ministre des Travaux publics nommait une Commission d'inspecteurs généraux des ponts et chaussées, d'officiers supérieurs de la marine, d'ingénieurs hydrographes, parmi lesquels notre confrère Bouquet de la Grye, des membres de la Chambre de Commerce, du Conseil général et du Conseil municipal de la ville de Bordeaux, pour l'examen de la question.

» Le but de cette Commission était ainsi défini : Étudier les questions complexes que soulève l'examen des travaux à exécuter pour l'amélioration du port de Bordeaux, de la Garonne maritime et de la Gironde.

» Après de nombreuses séances, la Commission proposa de prendre en considération un certain nombre de projets, mais elle termina ses conclusions par un avis ainsi conçu :

» Enfin, la Commission émet le vœu qu'une entente puisse s'établir entre le Ministre de l'Agriculture et celui des Travaux publics, à l'effet de prendre les mesures nécessaires pour opérer, dans une large mesure, le gazonnement et le reboisement des parties supérieures du bassin de la Garonne sujettes à érosion.

» Le Ministre, M. de Mahy, étudiant la question avec tout l'intérêt et le soin consciencieux qu'il portait à tout ce qui concernait l'Agriculture, fut si frappé des observations que nous venons de résumer, il reconnut si bien en outre ce fait, que les dépenses à faire étaient inférieures au mal à arrêter, sans compter les immenses avantages à obtenir, qu'il nous dit : « Ce n'est pas seulement une question urgente, c'est une question qui » s'impose comme un devoir absolu au Ministre chargé d'en hâter la solu- » tion ».

« Envisageant d'ailleurs les intérêts multiples qui devaient profiter de l'œuvre du boisement, il créa une Commission mixte composée d'inspecteurs généraux des forêts et des inspecteurs de tous les services qui avaient tant à profiter des travaux à faire.

» Dans une séance de la Commission qui fut présidée par M. Méline, qui avait succédé à M. de Mahy, le nouveau Ministre constata l'importance

des services qu'elle pourrait rendre, non seulement par le concours éclairé de chacun de ses membres, mais en outre par les allocations qu'ils pouvaient faire ajouter à celles déjà affectées à l'œuvre, sur le budget de l'Administration forestière. La Commission se partagea ensuite le travail, de manière à fournir tous les éléments d'un projet d'ensemble où seraient résumés les avantages à retirer par chaque service et le concours à donner en raison de ces avantages.

« Quelques jours après, le Ministre exposait à la tribune de la Chambre, dans les termes les plus énergiques, la gravité du mal et les avantages qui devaient résulter des travaux à faire.

» Les représentants des départements menacés, disait-il, les Préfets, les ingénieurs, tous me répètent qu'il y a dans les Alpes et les Pyrénées certains départements qui se fondent littéralement, où les montagnes dénudées glissent dans la plaine et où les plus grand malheurs sont à redouter si l'on ne prend des mesures promptes et énergiques.

» Voulez-vous avoir la responsabilité de ces catastrophes menaçantes?

disait-il aux députés.

» Et le Ministre ne prévoyait pas encore l'épouvantable catastrophe de Saint-Gervais, qui eût pu être au moins atténuée, dans sa partie inférieure, si les terrains eussent été suffisamment défendus sur ces points !

» Le relevé des pertes infligées au pays par les grandes inondations, ajoutait le Ministre, a appris que celle de 1856 avait coûté plus de 220 millions à la France et il a été calculé que les inondations des quarante dernières années avaient causé des ravages pour une somme supérieure à 700 millions.

» Et il ne faut, Messieurs, que 200 millions au maximum pour aehever l'œuvre entière de salut et de sauvegarde pour l'avenir !

» Et encore ces 200 millions seront-ils restitués à la France par les richesses forestières qu'ils nous donneront, tout en évitant à l'avenir ces désastres de 220 et 700 millions.

» La question qui vous est soumise, disait en terminant le Ministre, intéresse directement plus de vingt-sept de nos départements et indirectement quarante autres, c'est-à-dire plus de la moitié de la France.

» A la suite du discours du Ministre, la Chambre, sans hésiter et malgré une longue et forte résistance du rapporteur du budget, votait un premier crédit supplémentaire de 2600000^{fr}, détaché d'un autre service, pour être attaché au boisement des montagnes.

» Pendant ce temps, les membres de la Commission mixte, de leur côté,

préparaient laborieusement tous les documents nécessaires pour la rédaction d'un projet d'ensemble dont M. Trélat demandait encore la rédaction à la Chambre, dans une de ses dernières séances, et dont l'exécution complète aurait pu certainement être réalisée dans un espace de dix à quinze ans au plus.

» Combien l'œuvre serait avancée aujourd'hui et je puis dire près d'être accomplie, s'il avait été donné suite à toutes les études si consciencieusement faites par la Commission mixte nommée par M. de Mahy!

» *En résumé,* l'œuvre totale à réaliser pour empêcher de grands malheurs et la destruction d'une partie du territoire de la France n'exigera pas une dépense de 200 millions, la vingt-cinquième partie, avons-nous dit, des 5 milliards affectés à des chemins de fer non seulement moins urgents, mais dont quelques-uns ont besoin de ces travaux de boisement pour assurer leur viabilité.

» Les bienfaits à réaliser équivaudront à des milliards, comme l'a dit avec raison l'honorable M. Trélat, sans compter la sécurité des habitants et le développement matériel et moral des populations.

» Retarder une telle opération, sous prétexte de ménager les intérêts du Trésor, ce n'est pas seulement une fausse économie, ce serait une mauvaise gestion des intérêts financiers de l'État.

» Ajoutons, avec l'honorable ancien Ministre de l'Agriculture, que la prompte réalisation de l'œuvre s'impose comme un devoir, auquel ne peut manquer une administration éclairée et soucieuse des intérêts de la France. »

M. **Favé** présente, à propos de cette Communication de M. *Chambrelent,* les observations suivantes :

« De grandes inondations ayant eu lieu en 1856, dans différentes régions du centre de la France, je fus envoyé dans la vallée de l'Allier pour porter des secours en argent aux habitants dépourvus de ressources, ce qui me donna l'occasion de parcourir la vallée dans une grande partie de son étendue. La rivière était bordée par deux fortes et hautes digues : elles étaient renversées en divers endroits, où elles avaient livré passage aux eaux de la rivière qui avaient inondé la vallée.

» Je crus tout d'abord que les eaux de la rivière avaient dépassé les digues par place et les avaient renversées, qu'en conséquence il suffirait

d'élever des digues plus hautes et plus solides, pour éviter à l'avenir les ravages des inondations dans la vallée; mais des observations attentives me montrèrent mon erreur : les parties emportées des digues l'avaient été non par le haut, mais par le bas, au moyen d'infiltrations qui s'étaient agrandies graduellement. Le remède ne pouvait donc plus se trouver dans la surélévation des digues.

» C'est alors que je consultai les hommes les plus compétents sur la solution de ce difficile et important problème. Il me fut répondu que le boisement des montagnes dans les parties voisines des sources absorberait une partie des pluies, diminuerait la vitesse des courants et aussi le niveau maximum de la rivière, qui serait moins destructive pour ses digues.

» On voit que les avantages du boisement ont été reconnus depuis trente-six ans et plus. »

GÉODÉSIE. — *Sur la cause des variations périodiques des latitudes terrestres;* par **Hugo Gyldén** (Extrait d'une lettre adressée à M. F. Tisserand).

« L'importante découverte que vient de faire M. Chandler, d'une variation périodique des latitudes, ayant la période de quatre cent trente jours environ, n'a pas manqué d'exciter la curiosité des savants. Aussi, l'explication de ce phénomène inattendu s'imposant impérieusement aux astronomes, M. Newcomb n'a pas tardé à y répandre des lumières. Quant à moi, bien que je fusse vivement intéressé par la découverte mentionnée, je jugeai opportun d'ajourner les spéculations sur la question dont il s'agit tant que la réalité du fait ne paraîtrait à l'abri de toute objection.

» C'est seulement après avoir reçu une Communication de M. Nyrén, m'indiquant toute la confirmation de la période de M. Chandler, que j'ose donner de la publicité à mes pensées sur la cause du phénomène dont il est question. Mais il me faut avouer dès le début que, si mes idées touchent, en quelques points, à celles de M. Newcomb, elles en diffèrent sensiblement sur d'autres.

» Voici d'abord mon avis, quant à la constitution interne du globe. Loin de contester l'élasticité du corps terrestre, ou plutôt celle de ses parties solides, je n'en puis pas, toutefois, tirer la cause expliquant l'origine de l'inégalité chandlerienne. Et encore, l'élasticité du corps terrestre ne saurait empêcher les eaux entourant sa surface de détruire, par le frottement, une inégalité de la nature envisagée, qui aurait été produite jadis par des

causes inconnues. Il me paraît inévitable d'ajouter à l'hypothèse de l'élasticité, qui d'ailleurs n'est pas l'unique, expliquant l'écart de la période chandlerienne de celle d'Euler, des hypothèses ultérieures relativement à l'intérieur de notre globe.

» Je me figure donc, ce qui paraît aussi être d'accord avec l'expérience, que des cavités, plus ou moins vastes, soient fréquentes sous le sol et jusqu'à une certaine profondeur; que ces cavités soient parfois en communication les unes avec les autres; et, finalement, que ces creux renferment de la matière mobile, soit du gravier, soit des blocs mobiles, soit enfin de l'eau.

» Ceci étant supposé, je reprends les équations connues ([1])

$$\frac{dp}{dt} + \mu q + \varkappa p = 0,$$

$$\frac{dq}{dt} - \mu p + \varkappa q = 0.$$

» On y a désigné par $\varkappa$ un coefficient dépendant de la résistance qu'opposent les parties rigides au déplacement des eaux et généralement des parties mobiles, et, par μ, la quantité s'obtenant au moyen de la formule

$$\mu = \frac{C - A}{A} \frac{(1-h)n}{1 + \frac{C-A}{A}h}.$$

» Or, d'après les indications de M. Newcomb, on a

$$\mu = 431^{\circ},4,$$

et, puisque la valeur numérique du rapport $\frac{C-A}{A}$ est 0,0032723, on obtient

$$h = 0,28885.$$

» La quantité h dépend de telle manière des parties mobiles de la Terre qu'elle deviendrait égale à zéro si ces parties disparaissaient entièrement, mais qu'elle acquerrait par contre la valeur 1 si la Terre était un corps fluide, ou bien si les trois moments d'inertie étaient parfaitement égaux. La valeur de h que je viens d'indiquer paraît montrer que les parties mobiles sont plus grandes qu'on ne serait porté à l'admettre en ne considérant que les océans.

([1]) Voir, par exemple, *Traité de Mécanique céleste*, t. II, p. 526. J'ai changé d'ailleurs un peu les notations employées dans cet Ouvrage.

» Aux seconds membres des équations signalées tout à l'heure, j'ajoute maintenant les termes

$$P = -n^2 A' + n\frac{dB'}{dt}; \qquad Q = n^2 B' + n\frac{dA'}{dt},$$

où A′ et B′ sont les quantités désignées, dans votre *Mécanique céleste*, t. II, p. 515, par D et E. Ces quantités n'étant pas connues, on doit les remplacer par des expressions hypothétiques.

» Or, en substituant des fonctions périodiques ou même des fonctions continues quelconques du temps, dans les équations dont nous avons parlé, on n'obtiendra pas, en les intégrant, un résultat renfermant des termes chandleriens, vu que les termes multipliés par des constantes arbitraires tendent à devenir insensibles dans la suite du temps. On est donc amené à examiner l'hypothèse de fonctions discontinues.

Dans ce but, je désigne par a_1 et b_1 deux quantités ayant la valeur zéro avant l'époque t_1, mais des valeurs finies après cette époque; de même, par a_2 et b_2 deux quantités changeant à l'époque t_2, de zéro en des valeurs finies, et ainsi de suite. Je désigne, en outre, par $\nu_1, \nu_2, \ldots$ des constantes positives quelconques, et j'établis les expressions

$$A' = \sum a_s[1 - e^{-n\nu_s(t-t_s)}]; \qquad B' = \sum b_s[1 - e^{-n\nu_s(t-t_s)}].$$

» Maintenant, si l'on substitue ces valeurs dans les expressions de P et Q, qu'on intègre les équations différentielles et qu'on détermine finalement les constantes d'intégration de manière à éviter l'ambiguïté aux époques $t_1, t_2, \ldots$, on arrivera aux expressions

$$\begin{aligned} p = {} & -f_0 \sin\mu t e^{-\varkappa t} + g_0 \cos\mu t e^{-\varkappa t} \\ & - \sum\Big[\left(\frac{n^2}{\mu} a_s + n\frac{\nu_s - 1}{\nu_s} b_s\right) \sin\mu(t - t_s) \\ & \qquad - \left(\frac{n^2}{\mu} b_s + n\frac{\nu_s + 1}{\nu_s} a_s\right) \cos\mu(t - t_1)\Big] e^{-\varkappa(t-t_s)} \\ & - \frac{n^2}{\mu}\sum b_s - n\sum\frac{\nu_s + 1}{\nu_s} a_s e^{-n\nu_s(t-t_s)}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q = {} & \quad f_0 \cos\mu t e^{-\varkappa t} + g_0 \sin\mu t e^{-\varkappa t} \\ & - \sum\Big[\left(\frac{n^2}{\mu} a_s + n\frac{\nu_s - 1}{\nu_s} b_s\right) \cos\mu(t - t_0) \\ & \qquad + \left(\frac{n^2}{\mu} b_s + n\frac{\nu_s + 1}{\nu_s} a_s\right) \sin\mu(t - t_s)\Big] e^{-\varkappa(t-t_s)} \\ & - \frac{n^2}{\mu}\sum a_s - n\sum\frac{\nu_s - 1}{\nu_s} b_s e^{-n\nu_s(t-t_s)}, \end{aligned}$$

où l'on a négligé, toutefois, quelques quantités peu sensibles.

» Par les résultats qu'on vient de trouver ainsi, il est visible que des termes chandleriens naissent de temps en temps et qu'ils disparaissent aussi, les uns après les autres. Ces termes s'expliquent par des secousses brusques ayant lieu dans les cavités intérieures du globe. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouveaux dérivés de la phénolphtaléine et de la fluorescéine*. Note de MM. **A. Haller** et **A. Guyot**.

« Depuis les recherches classiques de M. Bæyer sur les phtaléines, on admettait que la phénolphtaléine et la fluorescéine possèdent une double fonction phénolique et un groupement lactonique, et que cette dernière phtaléine doit sa propriété d'être fluorescente à la présence d'un noyau pyronique.

» On sait qu'incolore par elle-même, la phénolphtaléine se dissout dans les alcalis avec une coloration rouge violette très intense, coloration qui disparaît quand on ajoute un excès d'alcali à la solution. D'après M. Bæyer, cette coloration serait due à une combinaison de l'alcali avec les groupements phénoliques, et sa disparition, par l'addition d'un excès de base, serait la conséquence de la rupture du noyau lactonique.

» Guidés par les considérations théoriques émises par M. Nietzky ([1]), sur la constitution des colorants de la série du triphénylméthane, considérations basées sur l'adoption de la notion des groupes chromophores, M. Bernthsen ([2]) et M. Friedlaender ([3]) admettent que la phénolphtaléine et la fluorescéine possèdent réellement les deux fonctions phénoliques, tant qu'elles ne sont pas combinées aux bases, et leur conservent les formules données par M. Bæyer. L'existence de dérivés diacétylés de ces deux phtaléines vient d'ailleurs à l'appui de cette manière de voir. Mais, d'après ces savants, ces molécules prendraient une toute autre constitution dès qu'elles se trouvent en dissolution dans les alcalis. L'apparition de la coloration serait accompagnée à la fois de la rupture du noyau lactonique et de la transformation d'une des fonctions phénoliques en fonction quino-

---

([1]) *Chemie der organischen Farbstoffe*, 2e édit., p. 88 et 112.
([2]) *Chem. Zeitung*, p. 1956; 1892.
([3]) *Deut. chem. Ges.*, p. 172; 1893.

nique :

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} C \left\langle\begin{array}{l} C^6H^4OH \\ C^6H^4OH \\ O \end{array}\right. \\ CO \end{array}\right\rangle + 2NaHO = C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} C\left\langle\begin{array}{l} C^6H^4ONa \\ C^6H^4=O \end{array}\right. \\ COONa \end{array}\right. + 2H^2O.$$

» M. Friedlaender cite, à l'appui de sa théorie, la formation d'une oxime obtenue en traitant une solution alcaline de phénolphtaléine par du chlorhydrate d'hydroxylamine.

» Cette oxime se dédouble sous l'influence des acides et des alcalis en paramidophénol et acide oxybenzoybenzoïque

$$COOH.\,C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} C-C^6H^4OH \\ C^6H^4=AzOH \end{array}\right. + H^2O = C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} AzH^2 \\ OH \end{array}\right.$$
$$+ COOH.\,C^6H^4.\,CO.\,C^6H^4OH.$$

» La publication de la Note de M. Friedlaender nous engage à faire connaître, bien qu'elles ne soient pas encore terminées, des recherches entreprises depuis quelque temps, dans un tout autre but. Une partie des résultats auxquels nous sommes arrivés sont, pour le moment, difficiles à interpréter, en adoptant la nouvelle manière de considérer les phtaléines.

» *Diphénylbicarbamate de phénolphtaléine :*

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} C \left\langle\begin{array}{l} C^6H^4OCO.AzHC^6H^5 \\ C^6H^4OCO.AzHC^6H^5 \\ O \end{array}\right. \\ CO \end{array}\right\rangle.$$

» On chauffe 1 molécule de phénolphtaléine bien sèche avec 2 molécules d'isocyanate de phényle à une température de 130°. La masse, préalablement broyée, est lavée avec de l'éther de pétrole et mise à cristalliser dans la benzine bouillante.

» On obtient de belles aiguilles blanches fondant à 135°. Ce corps n'est pas attaqué par l'eau bouillante, mais les alcalis le décomposent en phénolphtaléine, soluble en rouge, et diphénylurée symétrique. Chauffé au delà de son point de fusion, il se scinde en ses deux composants.

» *Diphénylbicarbamate de fluorescéine :*

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} C \left\langle\begin{array}{l} C^6H^3 \\ C^6H^3 \\ O \end{array}\right. \\ CO \end{array}\right\rangle \begin{array}{l} -OCOAzHC^6H^5 \\ >O \\ OCOAzHC^6H^5. \end{array}$$

» Obtenu comme le précédent, ce dérivé se présente sous la forme de grains d'un

jaune clair, bien cristallisés sous le microscope. Il est très peu soluble dans les dissolvants ordinaires, mais passablement soluble dans l'acétone. Chauffé, il fond à 195° et se scinde ensuite en fluorescéine et phénylcarbamide.

» La formation de ces deux dérivés montre bien que les deux phtaléines, non dissoutes dans les alcalis, possèdent deux fonctions phénoliques comme l'admettent d'ailleurs, avec M. Baeyer, MM. Bernthsen et Friedlaender.

» *Dibenzylphtaléine du phénol.*— A part la diméthylphénolphtaléine (¹), à laquelle M. Baeyer ne consacre que trois lignes dans son important Mémoire sur ce composé, on ne connaît pas d'autre éther alcoylé de la phénolphtaléine. Nous avons préparé l'éther dibenzylé en traitant 1 molécule de la phtaléine par 2 atomes de sodium dissous dans de l'alcool absolu, et chauffant le mélange au réfrigérant ascendant avec 2 molécules de chlorure de benzyle. La réaction est terminée quand le liquide passe au rouge sale. On filtre bouillant et on essore le dépôt qui se forme par refroidissement. Le produit, lavé avec l'éther, pour le débarrasser de matières résineuses, est dissous dans la benzine chaude et la solution est additionnée d'alcool bouillant. Dans ces conditions, le nouveau dérivé se dépose sous la forme de beaux feuillets nacrés, d'un bleu pur et fondant à 150°.

» La phénolphtaléine dibenzylée est peu soluble dans l'alcool, même bouillant, et dans l'éther, mais se dissout facilement dans la benzine.

» Chauffée au réfrigérent ascendant avec une solution alcoolique de potasse, elle semble se saponifier; en effet, quand on étend la liqueur d'eau, elle reste limpide pendant quelque temps et ne se trouble que par addition d'un acide. Abandonnée longtemps à elle-même, cette liqueur laisse toutefois déposer spontanément, et peu à peu, l'éther dibenzylé avec ses propriétés primitives. En chauffant à 100°, et en tube scellé, avec de la potasse alcoolique, on observe les mêmes phénomènes.

» Traitée par du chlorhydrate d'hydroxylamine et de la potasse, en vase ouvert ou en tube scellé à 100°, la dibenzylphénolphtaléine ne donne pas d'oxime.

» Une solution alcoolique de ce dérivé dibenzylé, chauffée avec du zinc et de l'acide chlorhydrique donne, après évaporation du dissolvant, un liquide épais, transparent, qui se prend par refroidissement en une masse blanche et cassante qui, dans certaines conditions, cristallise. Ce produit est insoluble dans les alcalis et régénère la phénolphtaléine dibenzylée, quand on l'oxyde au moyen du bichromate de potasse et de l'acide acétique.

» Nous avons enfin déterminé le poids moléculaire de cet éther par la méthode cryoscopique, et nous avons trouvé 450, alors que la théorie exige 498.

» Suivant que l'on adopte les vues de M. Baeyer ou celles de MM. Bernthsen et Friedlaender, on pourra attribuer à la phénolphtaléine dibenzylée

---

(¹) *Annalen der Chemie*, t. CCII, p. 75.

l'une ou l'autre des deux formules

$$C^6H^4\begin{cases} C\begin{cases} C^6H^4OC^7H^7 \\ C^6H^4OC^7H^7 \\ O \end{cases} \\ CO\diagup \end{cases} \qquad , \qquad C^6H^4\begin{cases} C\begin{cases} C^6H^4OC^7H^7 \\ \| C^6H^4O \end{cases} \\ COOC^7H^7 \end{cases} .$$

» Mais la résistance qu'oppose ce dérivé à l'action de l'hydroxylamine rend peu probable la seconde de ces formules.

» Il est vrai que l'action de la potasse alcoolique n'est pas suffisamment profonde, ni assez nette, pour qu'on puisse admettre avec certitude la présence d'un noyau lactonique, bien que nous connaissions des exemples où la rupture d'un groupement se fait avec autant de difficulté. Il en est ainsi de l'anhydride de la phénolphtaléine, étudiée par M. Baeyer d'abord, puis par M. R. Meyer ([1]).

» Ajoutons, en terminant, que cet éther dibenzylé se forme également, quand on opère en présence de potasse alcoolique en quantité moléculaire (2 molécules) ou en présence d'un excès d'alcoolate de soude.

» Nous continuons l'étude de ces dérivés et de leurs analogues. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, en remplacement de feu M. *Richard Owen*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 57,

M. Lister obtient	46	suffrages.
M. Nordenskiöld	6	»
M. Newcomb	5	»

M. **Lister**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

([1]) *Deut. chem. Ges.*, p. 1417; 1891.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour une place d'Astronome titulaire, actuellement vacante à l'Observatoire de Paris.

(Renvoi aux Sections d'Astronomie, de Géométrie, et de Géographie et Navigation.)

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour la chaire de Minéralogie, actuellement vacante au Muséum d'Histoire naturelle, par suite de l'admission à la retraite de M. Des Cloizeaux.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

ASTRONOMIE. — *Sur le diamètre des satellites de Jupiter.* Note de M. **J.-J. Landerer**, présentée par M. Janssen.

« L'intérêt des recherches relatives au monde de Jupiter s'étant accru tout récemment, par suite de la découverte du petit satellite, je demande à l'Académie la permission de lui communiquer le résultat de mes études concernant les quatre satellites extérieurs.

» Je noircis une plaque de verre finement dépoli, en laissant au centre un espace indemne ayant la forme du disque de Jupiter (petit axe $= 67^{mm}$), sur lequel je trace des bandes et de petits points ronds noirs, représentant l'aspect général de la planète avec les ombres des satellites. En l'éloignant à 314^{m}, et en l'éclairant par derrière à l'aide d'une lampe pourvue de verres bleutés, qui donnent à l'astre fictif un éclat et un ton vert-pomme clair, très semblables à ceux de l'astre vrai, on le regarde à travers la lunette qui sert aux observations célestes, et l'on en prend le dessin. Pour m'affranchir de toute idée préconçue au sujet des diamètres réels des points noirs de l'objet, ce n'est qu'après les avoir dessinés que je procède à leur mesure.

» La comparaison de ces mesures à celles prises sur le dessin pourra mettre en évidence la tendance à représenter trop grands, ou trop petits, les points noirs observés, et en même temps apprendre les limites entre lesquelles cette erreur d'appréciation varie, d'où il sera facile de déduire sa mesure. Il peut aussi arriver, et c'est pour moi le cas, qu'après une longue pratique de l'observation cette erreur devienne très petite et de sens variable.

» Dans l'un comme dans l'autre cas, la nature des résultats obtenus montre suffisamment que les dessins de Jupiter avec les ombres des satellites, pris à la lunette avec le soin convenable, sont des documents qu'on peut utiliser pour déterminer la grandeur de ces ombres, l'incertitude des mesures ne portant, en général, que sur le chiffre des millièmes par rapport à l'unité choisie. On voit donc que l'exactitude de la méthode dont il est ici question est au moins égale à celle des procédés micrométriques appliqués directement aux satellites.

» Considérons maintenant l'ombre réelle du satellite projetée sur la section méridienne qui limite le disque de la planète; prenons toujours pour unité le demi-diamètre polaire de celle-ci, et soient :

p, le rayon de cette projection;
d, la largeur de la bande de diffraction instrumentale qui l'entoure;
b, le rayon de l'ombre observée;
s, le demi-diamètre apparent du Soleil vu de Jupiter (ou du satellite);
L, la latitude de l'ombre par rapport à l'équateur jovien;
r, le rayon du satellite; R_p, celui de son orbite.

» La valeur de d étant exprimée en fonction du demi-diamètre polaire apparent de la planète, *au jour considéré,* on a d'abord

$$p = b - d.$$

» Il est évident, d'autre part, que, en raison de la faible inclinaison de l'équateur de Jupiter sur le plan de son orbite et de la petitesse du demi-diamètre apparent de la planète vue du Soleil, l'excès de r sur p est fort sensiblement $\sin s(R_p - \cos L)$; l'expression de r sera donc

$$r = b - d + \sin s(R_p - \cos L).$$

» En appliquant cette méthode aux dessins que j'ai pris lors des obser-

vations des passages des ombres (¹), voici les résultats obtenus (*e* désigne l'erreur probable sur la moyenne, E celle d'une observation isolée) :

Satellite.	*r*.	*e*.	E.
I	0,0199	0,0001	0,0006
II	0,0184	0,0003	0,0007
III	0,0435	0,0002	0,0014
IV	0,0419	0,0001	0,0007

» La comparaison de ces valeurs des rayons à celles qui sont généralement adoptées, savoir : 0,0291, 0,0259, 0,0431, 0,0367, fait ressortir des différences sensibles. Au sujet de celles qui se rapportent au premier et au deuxième satellites, il suffit de remarquer que, en admettant les nombres courants, l'ombre calculée serait bien plus grande que l'ombre observée. Cet argument, dont la portée sera aisément saisie, plaide en faveur des nouvelles valeurs.

» Il s'ensuit encore que le quatrième satellite est presque aussi gros que le troisième. C'est, du reste, un résultat que l'observation directe confirme, ainsi que j'ai eu l'occasion de le remarquer lors des passages simultanés de ces deux corps devant le disque, qui ont eu lieu le 23 octobre et le 12 décembre 1891. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur une classe de problèmes de Dynamique.* Note de M. P. STAECKEL, présentée par M. Darboux.

« On sait que les surfaces dont l'élément linéaire est réductible à la forme de Liouville constituent une classe pour laquelle le problème des lignes géodésiques admet une intégrale homogène et du second degré par rapport aux vitesses.

» Ayant le but de généraliser ce théorème, j'envisage des problèmes de Dynamique dans lesquels la fonction des forces est une constante. Soient $q_1, q_2, \ldots, q_n$ les variables indépendantes dont dépend la position du système mobile; désignons par $q'_1, q'_2, \ldots, q'_n$ leurs dérivées par rapport au

(¹) Ces dessins ont été pris en profitant des circonstances atmosphériques les plus favorables et sont au nombre de 26 pour le premier satellite, de 17 pour le deuxième, de 30 pour le troisième, de 22 pour le quatrième.

temps, et soit, de plus, 2T la force vive définie par la formule

$$2\mathrm{T} = \sum_{k,\lambda} a_{k,\lambda} q'_k q'_\lambda \qquad (k, \lambda = 1, 2, \ldots, n),$$

où les coefficients sont des fonctions données de $q_1, q_2, \ldots, q_n$. Soient encore

$$\varphi_{k\lambda}(q_k) \quad (k, \lambda = 1, 2, \ldots, n)$$

n^2 fonctions dépendant seulement de l'argument indiqué, dont nous désignerons le déterminant par

$$\Phi = \underset{(k,\lambda=1,2,\ldots,n)}{|\varphi_{k\lambda}|} = \sum_{k=1}^{n} \varphi_{k\lambda}\Phi_{k\lambda}, \qquad (\lambda = 1, 2, \ldots, n).$$

» Supposons maintenant que la forme quadratique des différentielles $dq_1, dq_2, \ldots, dq_n$,

$$\sum_{k,\lambda} a_{k\lambda} dq_k dq_\lambda$$

soit réductible à la forme

$$\sum_{k=1}^{n} \frac{\Phi}{\Phi_{k1}} dq_k^2.$$

» Alors je dis qu'il existe non seulement l'intégrale de la force vive

$$\sum_{k=1}^{n} \frac{\Phi}{\Phi_{k1}} q'^2_k = \alpha_1,$$

mais aussi $n - 1$ *autres intégrales des équations différentielles du mouvement, homogènes et du second degré par rapport aux vitesses*, savoir :

$$\sum_{k=1}^{n} \frac{\Phi . \Phi_{k\lambda}}{\Phi_{k1}^2} q'^2_k = \alpha_\lambda, \qquad (\lambda = 2, 3, \ldots, n),$$

où les quantités $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ sont des constantes arbitraires.

» Cela posé, on voit aisément que le problème est résoluble par des quadratures, et l'on trouve les équations intégrables

$$\sum_{k=1}^{n} \int \frac{\varphi_{k1}\, dq_k}{\sqrt{\sum_{\lambda=1}^{n} \alpha_\lambda \varphi_{k\lambda}}} = \tau - t,$$

$$\sum_{k=1}^{n} \int \frac{\varphi_{k\mu}\, dq_k}{\sqrt{\sum_{\lambda=1}^{n} \alpha_\lambda \varphi_{k\lambda}}} = \beta_\mu \qquad (\mu = 2, 3, \ldots, n),$$

dans lesquelles les quantités τ, β_2, β_3, ..., β_μ sont des constantes arbitraires.

» Pour $n = 2$, on retrouve les équations données par Liouville (¹). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les surfaces dont les plans principaux sont équidistants d'un point fixe.* Note de M. **Guichard**, présentée par M. Appell.

« Je prends ce point fixe comme origine des axes fixes OXYZ; puis je construis le trièdre $Mxyz$ attaché à la surface et ayant la situation indiquée dans le cours de M. Darboux (2ᵉ Partie, p. 386). J'emploierai les notations de cet Ouvrage (*voir* 1ʳᵉ Partie, p. 67; 2ᵉ Partie, p. 386).

» Les coordonnées du point fixe O, par rapport aux axes mobiles, pourront être représentées par

$$x = \rho, \qquad y = \rho, \qquad z = \lambda.$$

» J'écris que la vitesse absolue de O est nulle pour tous les déplacements, ce qui donne

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{ll} A + q\lambda - r\rho + \dfrac{\partial\rho}{\partial u} = 0, & -r_1\rho + \dfrac{\partial\rho}{\partial v} = 0, \\ r\rho + \dfrac{\partial\rho}{\partial u} = 0, & C + r_1\rho - p_1\lambda + \dfrac{\partial\rho}{\partial v} = 0, \\ -q\lambda + \dfrac{\partial\lambda}{\partial u} = 0, & p_1\rho + \dfrac{\partial\lambda}{\partial v} = 0. \end{array}\right.$$

» On doit donc avoir

$$\frac{\partial r}{\partial v} + \frac{\partial r_1}{\partial u} = 0.$$

Mais

$$\frac{\partial r}{\partial v} - \frac{\partial r_1}{\partial u} = -qp_1,$$

(¹) On pourra consulter aussi le célèbre Mémoire de Liouville : *Sur les équations différentielles du mouvement d'un nombre quelconque de points matériels* (*Journal de Mathématiques,* t. XIV, 1ʳᵉ série), où se trouve déjà donné pour *n quelconque* un cas particulier du remarquable théorème découvert par M. Staeckel.

(Note de M. Darboux.)

et, par suite,

$$qp_1 = -2\frac{\partial r}{\partial v} = 2\frac{\partial r_1}{\partial u}. \tag{2}$$

» En tenant compte de l'équation (2) et des formules (A) (*loc. cit.*, p. 386), on aura

$$\frac{\partial}{\partial v}(q^2 + 2r^2) = 0,$$

$$\frac{\partial}{\partial u}(p_1^2 + 2r_1^2) = 0.$$

» Par un choix convenable des variables u et v, on peut supposer

$$q^2 + 2r^2 = 2,$$
$$p_1^2 + 2r_1^2 = 2$$

ou

$$\left\{\begin{array}{ll} q = \sqrt{2}\sin\varphi, & r = -\cos\varphi, \\ p_1 = -\sqrt{2}\sin\psi, & r_1 = \cos\psi. \end{array}\right. \tag{3}$$

» Les formules (A) montrent que l'on doit avoir

$$\left\{\begin{array}{l} \dfrac{\partial\varphi}{\partial v} = \sin\psi, \\ \dfrac{\partial\psi}{\partial u} = \sin\varphi. \end{array}\right. \tag{4}$$

» Toutes les relations entre les rotations seront satisfaites; ρ et λ seront ensuite déterminés par les formules

$$\left\{\begin{array}{ll} \dfrac{\partial\rho}{\partial u} = \rho\cos\varphi, & \dfrac{\partial\lambda}{\partial u} = \rho\sqrt{2}\sin\varphi, \\ \dfrac{\partial\rho}{\partial v} = \rho\cos\psi, & \dfrac{\partial\lambda}{\partial v} = \rho\sqrt{2}\sin\psi, \end{array}\right. \tag{5}$$

qui sont compatibles en vertu des équations (4); A et C seront donnés ensuite par les formules (1).

» Les formules (4) interviennent dans la théorie des surfaces à courbure constante. Il est d'ailleurs facile d'établir un lien entre cette théorie et le problème posé. Pour cela, je prends un trièdre $Nx_1y_1z_1$, orienté comme le trièdre $Mxyz$, et dans lequel les translations sont

$$\xi = 0, \qquad \eta = \frac{1}{\sqrt{2}}\sin\varphi, \qquad \zeta = -\cos\varphi,$$

$$\xi_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}\sin\psi, \qquad \eta_1 = 0, \qquad \zeta_1 = -\cos\psi;$$

l'axe des z de ce trièdre est normal à une surface dont la différence des rayons de courbure est égale à 1. Le lieu des centres de courbures est formé de surfaces dont la courbure totale est -1.

» Je prends maintenant un trièdre $M'x'y'z'$ parallèle au trièdre $Mxyz$ et tel que les coordonnées de O, par rapport à ce trièdre, soient

$$x' = \frac{1}{\rho}, \qquad y' = -\frac{1}{\rho}, \qquad z' = \lambda',$$

λ' étant donné par les formules compatibles

$$(6) \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial\lambda'}{\partial u} = \dfrac{1}{\rho}\sqrt{2}\sin\varphi, \\ \dfrac{\partial\lambda'}{\partial v} = -\dfrac{1}{\rho}\sqrt{2}\sin\psi. \end{cases}$$

» Le point M' décrit une surface rapportée à ses lignes de courbure et telle que ses plans principaux soient équidistants de O $\left(\text{la distance étant cette fois } \frac{1}{\rho}, \text{ au lieu de } \rho.\right)$ D'où résulte une transformation des surfaces cherchées :

» I. *Soit* S *une surface ayant la propriété indiquée; on abaisse de* O *la perpendiculaire* OP *sur une normale* N *à* S. *On prend sur* OP *un point* P' *tel que*

$$OP' = \frac{1}{OP}.$$

On fait tourner P' *de* 90° *autour de la droite* N', *parallèle à* N *menée par* O, *ce qui amène* P' *en* P_1. *Par* P_1 *on mène la parallèle* N_1 *à* N, *les droites* N_1 *sont normales à des surfaces* Σ *ayant la même propriété que* S.

» II. On obtient une deuxième transformation en appliquant le théorème suivant :

» *Les surfaces* S *sont transformées en surfaces ayant la même propriété, par une inversion ayant pour pôle le point* O.

» L'application des transformations I et II sur les surfaces S revient à la transformation des surfaces à courbure constante donnée par M. Bianchi. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur un théorème de M. Stieljes*. Note de M. **Cahen**, présentée par M. Picard.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans sa séance du 23 janvier dernier, j'ai démontré le résultat suivant, énoncé par M. Halphen : *La somme des logarithmes des nombres premiers qui ne dépassent pas x est asymptotique à x.*

» Ce résultat permet de démontrer le théorème suivant, énoncé, mais, je crois, non démontré par M. Stieljes :

» *Le nombre des nombres premiers compris entre x et $(1+h)x$, quelque petite que soit la constante h, va en croissant indéfiniment avec x.*

» En effet, d'après le théorème de M. Halphen, la somme des logarithmes des nombres premiers compris entre $(1+h)x$ et x est égale à

$$(1+h)x(1+A') - x(1+A),$$

A et A' tendant vers zéro quand x croît indéfiniment, c'est-à-dire à

$$x(h+A'+A'h-A).$$

» Le nombre de ces nombres est donc plus grand que

$$\frac{x(h+A'+A'h-A)}{\log(1+h)x},$$

expression qui croît indéfiniment avec x.

» Mais ce nombre est plus petit que

$$\frac{x(h+A'+A'h-A)}{\log x}.$$

» Donc la fréquence de ces nombres est plus petite que

$$\frac{h+A'+A'h-A}{\log x}$$

et, par suite, tend vers zéro. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Intégration des systèmes d'équations différentielles linéaires à coefficients constants.* Note de M. **Vaschy**, présentée par M. Sarrau.

« La méthode suivante, qui présente une grande analogie avec le procédé classique de résolution des équations algébriques du premier degré, permet, par l'application d'une règle simple, d'intégrer dans tous les cas possibles un système d'équations linéaires et à coefficients constants d'ordre quelconque.

» Soit, par exemple, à intégrer le système de n équations à n inconnues $x_1, x_2, \ldots, x_n$, sans seconds membres,

$$(1)\qquad \begin{cases} f_{11}x_1 + f_{12}x_2 + \ldots + f_{1n}x_n = 0, \\ f_{21}x_1 + f_{22}x_2 + \ldots + f_{2n}x_n = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ f_{n1}x_1 + f_{n2}x_2 + \ldots + f_{nn}x_n = 0, \end{cases}$$

$f_{11}, f_{12}, \ldots, f_{nn}$ désignant des facteurs symboliques de la forme

$$f_{hi} = a_0 + a_1\frac{d}{dt} + a_2\frac{d^2}{dt^2} + \ldots + a_h\frac{d^h}{dt^h},$$

où $a_0, a_1, \ldots, a_h$ sont des constantes. Nous appellerons F le déterminant des n^2 coefficients $f_{11}, f_{12}, \ldots, f_{nn}$ et, suivant une notation usuelle, F_{hi} le mineur obtenu en supprimant la ligne h et la colonne i, $F_{hi,kl}$ le mineur du second ordre obtenu en supprimant les lignes h et k et les colonnes i et l, etc. Nous aurons du reste à considérer simultanément les polynômes algébriques $f_{hi}(\alpha)$, $F(\alpha)$, $F_{hi}(\alpha), \ldots$, déduits des facteurs symboliques f_{hi}, F, $F_{hi}, \ldots$, en y remplaçant les dérivées par les puissances correspondantes de α; ainsi

$$f_{hi}(\alpha) = a_0 + a_1\alpha + a_2\alpha^2 + \ldots + a_h\alpha^h.$$

» En multipliant les n équations (1) respectivement par $F_{11}, F_{21}, \ldots, F_{n1}$ et ajoutant membre à membre, on trouve $Fx_1 = 0$. Donc, si le déterminant F n'est pas identiquement nul, x_1 et, de même, $x_2, x_3, \ldots, x_n$ doivent satisfaire à l'équation différentielle linéaire à coefficients constants $Fx = 0$. Il en résulte que les inconnues $x_1, x_2, \ldots, x_n$ sont de la forme

$$P_1 e^{\alpha_1 t} + P_2 e^{\alpha_2 t} + \ldots + P_i e^{\alpha_i t},$$

$\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_i$ désignant les racines de l'équation caractéristique $F(\alpha) = 0$, et $P_1, P_2, \ldots, P_i$ des polynômes entiers en t. On est ainsi conduit, pour avoir la solution générale des équations (1), à calculer successivement une solution de la forme

$$(2) \qquad x_1 = P_{11} e^{\alpha_1 t}, \qquad x_2 = P_{21} e^{\alpha_1 t}, \qquad \ldots, \qquad x_n = P_{n1} e^{\alpha_1 t},$$

qui correspond à la racine α_1, puis les solutions analogues qui correspondent aux racines $\alpha_2, \ldots, \alpha_n$, et à ajouter toutes ces solutions. Le problème est donc ramené au calcul des polynômes $P_{11}, P_{21}, \ldots, P_{n1}$.

» Considérons d'abord le *cas général* où la racine α_1 du polynôme $F(\alpha)$ n'appartient pas à la fois à tous les mineurs du premier ordre $F_{11}(\alpha)$, $F_{12}(\alpha), \ldots, F_{nn}(\alpha)$; soit, par exemple $F_{11}(\alpha_1) \neq 0$. On démontre alors que les fonctions (2) ont la forme suivante :

$$(3) \quad \left\{ \begin{array}{l} x_1 = F_{11} u, \qquad x_2 = F_{12} u, \qquad \ldots, \qquad x_n = F_{1n} u, \\ \text{où} \\ u = (C_{\mu-1} t^{\mu-1} + C_{\mu-2} t^{\mu-2} + \ldots + C_1 t + C_0) e^{\alpha_1 t} = \Pi_1 e^{\alpha_1 t}, \end{array} \right.$$

μ désignant le degré de multiplicité de la racine α_1, et les μ coefficients du polynôme Π_1 étant des constantes arbitraires. Le calcul des polynômes $P_{11}, P_{21}, \ldots, P_{n1}$ se fera très simplement par les formules (3), en fonction de ces μ constantes arbitraires.

» Dans le *cas particulier* où les n^2 mineurs du premier ordre $F_{11}(\alpha)$, $F_{12}(\alpha), \ldots, F_{nn}(\alpha)$ admettent tous la racine α_1, soit $F_{11}(\alpha)$ celui qui admet cette racine au moindre degré ν de multiplicité. Alors $F_{11}(\alpha), F_{12}(\alpha), \ldots, F_{1n}(\alpha)$ s'annulant, ainsi que leurs $(\nu - 1)$ premières dérivées, pour $\alpha = \alpha_1$, les ν constantes arbitraires $C_0, C_1, \ldots, C_{\nu-1}$ disparaissent dans le calcul de $x_1, x_2, \ldots, x_n$ par les formules (3). Ce calcul, commencé par les formules (3), doit alors être complété, comme il suit, par l'introduction d'une nouvelle fonction v à coefficients arbitraires :

$$x_1 = F_{11} u, \qquad x_2 = F_{12} u + F_{11,22} v, \qquad x_3 = F_{13} u + F_{11,23} v, \qquad \ldots,$$
$$x_n = F_{1n} u + F_{11,2n} v;$$
$$u = \Pi_1 e^{\alpha_1 t} = (C_{\mu-1} t^{\mu-1} + C_{\mu-2} t^{\mu-2} + \ldots + C_\nu t^\nu) e^{\alpha_1 t},$$
$$v = \Pi'_1 e^{\alpha_1 t} = (C_{\nu-1} t^{\nu-1} + C_{\nu-2} t^{\nu-2} + \ldots + C_0) \quad e^{\alpha_1 t}.$$

Si l'un des mineurs $F_{11,22}(\alpha), F_{11,23}(\alpha), \ldots, F_{11,2n}(\alpha)$ n'admet pas la racine α_1, le calcul des polynômes $P_{11}, P_{21}, \ldots, P_{n1}$ par ces nouvelles formules sera complet.

» Dans le *cas plus particulier* encore où tous ces mineurs du second ordre admettent la racine α_1 au degré de multiplicité ρ, il suffit de compléter les calculs précédents, conformément aux formules

$$\begin{cases} x_1 = F_{11}u, \\ x_2 = F_{12}u + F_{11,22}v, \\ x_3 = F_{13}u + F_{11,23}v + F_{11,22,33}w, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots, \\ x_n = F_{1n}u + F_{11,2n}v + F_{11,22,3n}w, \end{cases}$$

$$\begin{cases} u = \Pi_1 e^{\alpha_1 t} = (C_{\mu-1}t^{\mu-1} + \dots + C_\nu t^\nu)e^{\alpha_1 t}, \\ v = \Pi'_1 e^{\alpha_1 t} = (C_{\nu-1}t^{\nu-1} + \dots + C_\rho t^\rho)e^{\alpha_1 t}, \\ w = \Pi''_1 e^{\alpha_1 t} = (C_{\rho-1}t^{\rho-1} + \dots + C_0\ \ )e^{\alpha_1 t}, \end{cases}$$

et ainsi de suite. Dans tous les cas, le nombre des constantes arbitraires introduites $C_0, C_1, \dots, C_{\mu-1}$ est égal au degré μ de multiplicité de la racine α_1 de $F(\alpha)$. Donc le nombre total des constantes arbitraires introduites par l'intégration des équations (1) est égal au degré de l'équation caractéristique $F(\alpha) = 0$.

» Si le déterminant F se réduit à une constante, l'intégrale générale du système (1) se réduit à

$$x_1 = x_2 = \dots = x_n = 0.$$

» Nous signalerons, en passant, la propriété suivante de l'intégrale générale des équations (1). Cette intégrale peut toujours se mettre sous la forme

$$\begin{cases} x_1 = F_{11}u_1 + F_{21}u_2 + \dots + F_{n1}u_n, \\ x_2 = F_{12}u_1 + F_{22}u_2 + \dots + F_{n2}u_n, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots, \\ x_n = F_{1n}u_1 + F_{2n}u_2 + \dots + F_{nn}u_n, \end{cases}$$

$u_1, u_2, \dots, u_n$ désignant des intégrales générales de l'équation $Fu = 0$. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur une équation aux différences partielles du second ordre.* Note de M. J. **Weingarten**, présentée par M. Darboux.

« Dans une courte Note, insérée dans les *Comptes rendus* du 23 mars 1891, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie quelques remarques sur

l'équation

$$(1)\qquad \frac{\partial^2\varphi}{\partial p^2}+(\rho+\rho')\frac{\partial^2\varphi}{\partial p\,\partial q}+\rho\rho'\frac{\partial^2\varphi}{\partial q^2}=0,$$

dans laquelle ρ et ρ' désignent les rayons principaux d'une surface, p et q les quantités

$$q=\tfrac{1}{2}(x^2+y^2+z^2),\qquad p=xc+yc'+zc'',$$

x, y, z étant les coordonnées rectangulaires d'un point quelconque de cette surface, c, c', c'' les coordonnées de la représentation sphérique de ce point. Du reste φ, représente une fonction donnée des variables p, q quelconque.

» Si l'on connaît une surface vérifiant l'équation (1), les équations

$$(2)\qquad \begin{cases} d\xi = x\,d\dfrac{\partial\varphi}{\partial q}+c\,d\dfrac{\partial\varphi}{\partial p},\\ d\eta = y\,d\dfrac{\partial\varphi}{\partial q}+c'\,d\dfrac{\partial\varphi}{\partial p},\\ d\zeta = z\,d\dfrac{\partial\varphi}{\partial q}+c''d\dfrac{\partial\varphi}{\partial p}\end{cases}$$

déterminent les coordonnées ξ, η, ζ d'une nouvelle surface, dont le carré de l'élément linéaire sera donné par la formule

$$(3)\qquad d\xi^2+d\eta^2+d\zeta^2=\left(d\frac{\partial\varphi}{\partial p}\right)^2+2p\,d\frac{\partial\varphi}{\partial p}\,d\frac{\partial\varphi}{\partial q}+2q\left(d\frac{\partial\varphi}{\partial q}\right)^2.$$

» Réciproquement, si l'on connaît une surface dont l'élément linéaire est donné par la formule (3), les quantités x, y, z et c, c', c'', tirées des équations (2), donnent les coordonnées et les coordonnées de la représentation sphérique des points d'une surface vérifiant l'équation (1).

» Il y a donc intérêt à rechercher quelles formes de la fonction φ il faut supposer, pour réussir à intégrer l'équation (1) par des méthodes régulières et connues.

» Nous supposerons que la quantité $\frac{\partial^2\varphi}{\partial q^2}$ ne s'évanouit pas pour toutes les valeurs des variables p et q. Les cas d'intégrabilité de cette équation dans l'hypothèse contraire semblent être épuisés.

» En adoptant pour les coordonnées c, c', c'' de la représentation sphérique des surfaces cherchées des fonctions déterminées de deux variables

nouvelles indépendantes u, v, on aura

$$(4)\qquad dc^2 + dc'^2 + dc''^2 = b_{11}\,du^2 + 2b_{12}\,du\,dv + b_{22}\,dv^2,$$

b_{11}, b_{12}, b_{22} étant des fonctions connues de u et v.

» La quantité p sera une fonction des mêmes variables à déterminer par l'équation (1). Les quantités $\rho + \rho'$, $\rho\rho'$ de cette équation prendront les valeurs

$$\rho + \rho' = \frac{b_{11}c_{22} - 2b_{12}c_{12} + b_{22}c_{11}}{b_{11}b_{22} - b_{12}^2}, \qquad \rho\rho' = \frac{c_{11}c_{22} - c_{12}^2}{b_{11}b_{22} - b_{12}^2},$$

les c_{ik} étant définies par les équations

$$\begin{aligned} c_{11} &= \frac{\partial^2 p}{\partial u^2} - \left(\frac{11}{1}\right)\frac{\partial p}{\partial u} - \left(\frac{11}{2}\right)\frac{\partial p}{\partial v} + b_{11}p, \\ c_{12} &= \frac{\partial^2 p}{\partial u\,\partial v} - \left(\frac{12}{1}\right)\frac{\partial p}{\partial u} - \left(\frac{12}{2}\right)\frac{\partial p}{\partial v} + b_{12}p, \\ c_{22} &= \frac{\partial^2 p}{\partial v^2} - \left(\frac{22}{1}\right)\frac{\partial p}{\partial u} - \left(\frac{22}{2}\right)\frac{\partial p}{\partial v} + b_{22}p, \end{aligned}$$

dans lesquelles les quantités $\left(\frac{hi}{k}\right)$ désignent les symboles de M. Christoffel tirés de la forme (4). Finalement, la quantité q sera donnée par la formule

$$2q = p^2 + \frac{b_{11}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial q}\right)^2 - 2b_{12}\frac{\partial\varphi}{\partial p}\frac{\partial\varphi}{\partial q} + b_{22}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial p}\right)^2}{b_{11}b_{22} - b_{12}^2}.$$

» En substituant ces valeurs de q, $\rho + \rho'$, $\rho\rho'$ dans l'équation (1), on se trouve conduit à une équation aux différences partielles du second ordre et du type des équations considérées par Ampère, pour déterminer p. Cette quantité étant trouvée, les coordonnées de la surface correspondante se déterminent facilement par des simples différentiations.

» En essayant de trouver des formes spéciales de la fonction φ, contenue dans l'équation (1), pour lesquelles l'intégration de cette équation réussisse en employant la méthode des caractéristiques de Monge et d'Ampère, je suis parvenu à démontrer les théorèmes suivants, que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie, en supprimant la démonstration à cause de son étendue.

» I. Si l'un des deux systèmes des caractéristiques de l'équation (1) admet deux combinaisons intégrables, l'autre les admet nécessairement aussi.

» II. Pour que ce cas se présente, il faut et il suffit que la fonction φ soit telle que la forme différentielle quadratique

$$d\left(\frac{\partial\varphi}{\partial q}\right)^2 + 2p\, d\frac{\partial\varphi}{\partial p}\, d\frac{\partial\varphi}{\partial q} + 2q\left(d\frac{\partial\varphi}{\partial q}\right)^2$$

soit le carré de l'élément d'une surface de révolution et de la forme

$$(\alpha + \beta r^2)\, dr^2 + r^2\, ds^2,$$

α et β désignant des constantes arbitraires, β différent de zéro.

» Comme toutes les surfaces admettant cet élément linéaire sont connues (Darboux, *Leçons sur la théorie générale des surfaces*, Livre VII, Chap. IX), on peut donner au théorème II l'autre forme.

» Dans tous les cas où l'intégration de l'équation (1) peut être tirée de la méthode d'Ampère, elle se fait immédiatement par l'inversion du théorème contenu dans les équations (2).

» On ne trouvera donc pas, en appliquant cette méthode d'intégration à l'équation (1), des nouvelles classes de surfaces applicables l'une sur l'autre. »

NAVIGATION. — *Sur les calculs de stabilité des navires.* Note de M. **E. Guyou**, présentée par M. de Bussy.

« La détermination des éléments de la stabilité des navires exige, comme l'on sait, de nombreuses mesures et de laborieux calculs. Dans un Mémoire intitulé : *Développements de Géométrie du navire*, M. Simart et moi avons fait connaître les formules qui donnaient ces éléments pour un navire dont les formes extérieures seraient données par leurs équations, et nous avons déduit de ces formules une méthode très expéditive applicable aux navires dont les formes ne présentent pas de grandes discontinuités. Pour ceux qui ont des formes discontinues, il serait difficile de se rendre compte *a priori* du degré d'approximation dont cette méthode serait susceptible; on est donc réduit à recourir aux méthodes pratiques qui consistent à découper le navire en une multitude de parties dont on relève les dimensions sur le plan et dont on calcule ensuite les volumes et les moments par les formules élémentaires.

» Les méthodes employées jusqu'à ce jour en France étaient celles de MM. Reech et Risbec et celle de M. Daymar. M. Doyère en a présenté

récemment une nouvelle, fort ingénieuse, dans laquelle, il est vrai, les mesures directes sont notablement augmentées, mais dont les calculs sont simplifiés dans une plus large proportion encore. L'examen comparatif de ces méthodes m'a suggéré une remarque dont l'application aux méthodes Reech et Daymar permettra, soit de doubler la précision des résultats sans augmenter sensiblement les calculs, soit de diminuer ces calculs des $\frac{2}{3}$ ou des $\frac{3}{5}$ sans nuire à la précision.

» L'objet final de ces calculs est la détermination, pour les différentes valeurs V du déplacement, du moment de stabilité M aux différentes inclinaisons θ. Ces trois éléments sont liés entre eux, pour chaque navire, par une équation spéciale

$$f(\mathrm{M}, \mathrm{V}, \theta) = 0,$$

que l'on peut considérer comme l'équation d'une surface rapportée à trois axes rectangulaires; ce qu'il s'agit de trouver, c'est donc la forme des sections planes de cette surface perpendiculaires à l'axe des V. Pour cela, on détermine par points les formes de sections auxiliaires, perpendiculaires à l'axe des θ, correspondant à des valeurs équidistantes $\theta_0, \theta_1, \theta_2$ de cet élément. En traçant ces sections sur un plan, on obtient une famille de courbes qu'il suffit de couper par une parallèle à l'axe des M pour obtenir des groupes de valeurs de M et de θ correspondant à une valeur arbitraire de V, c'est-à-dire la forme des sections cherchées.

» La remarque dont j'ai parlé consiste en ce que, dans les méthodes Reech et Daymar, les calculs nécessaires à la détermination des coordonnées M et V d'un point d'une section perpendiculaire à l'axe des θ donnent également le coefficient angulaire $\frac{d\mathrm{M}}{d\mathrm{V}}$ de la tangente en ce point. La connaissance d'une tangente équivalant à celle d'un second point, on voit que, en utilisant cet élément laissé de côté jusqu'ici on pourra, sans nuire à la précision, diminuer de moitié le nombre des points à calculer.

» Voici, en effet, abstraction faite du détail des opérations et des graphiques, l'esprit des méthodes dont il s'agit : On trace sur le plan, par une parallèle à la quille, un faisceau de sections obliques découpant la carène en onglets de 10°. On mesure les ordonnées transversales de ces sections, et l'on calcule ensuite les volumes et les moments des onglets par les formules des coordonnées polaires. En ajoutant ou en retranchant ces volumes et ces moments à ceux de la carène droite on obtient les volumes et les moments des carènes inclinées.

» L'ensemble de ces résultats constitue une *station;* il donne, pour chaque valeur θ_i, un point de la section auxiliaire correspondante. Il suffit donc de prendre autant de stations que l'on veut de points sur chaque courbe.

» Or, le volume d'un onglet est égal au produit de la surface de la section par l'arc décrit par le centre de gravité; d'un autre côté, l'accroissement de M correspondant à un déplacement parallèle de la section θ_i est égal au moment de la tranche comprise entre les deux sections parallèles, c'est-à-dire au produit de l'élément dV par la distance du centre de gravité de la section au plan des moments; cette distance est égale à celle du centre de gravité au sommet de l'onglet augmentée d'une constante. Par conséquent, le coefficient angulaire $\frac{dM}{dV}$ de la courbe a bien été déterminé lors de l'évaluation du volume.

» Il résulte de là que, au lieu de prendre trois ou cinq stations, suivant le cas, comme on le fait habituellement, on pourra, en utilisant à ce nouveau point de vue la distance du centre de gravité à l'axe, se borner respectivement à deux ou à trois, sans diminuer la précision. J'ajouterai même que cette précision sera plus grande, car, dans le cas de trois stations réduites à deux, au lieu de connaître trois points de la courbe, on en connaîtra deux points et deux tangentes, c'est-à-dire quatre éléments.

» On pourrait objecter, il est vrai, que l'utilisation pratique des tangentes dans le tracé d'une courbe n'est pas très aisée; mais ce tracé n'est pas nécessaire à l'interpolation : on peut lui substituer le calcul. On considérera alors la portion de courbe comprise entre deux points comme ayant pour équation

$$y = y_0 + \left(\frac{dy}{dx}\right)_0 (x - x_0) + a(x - x_0)^2 + b(x - x_0)^3$$

et l'on déterminera les coefficients a et b de manière à satisfaire aux conditions de passer par le second point (x_1, y_1) et d'y avoir la tangente donnée par les calculs.

» Avant de terminer, je dois dire que l'idée d'utiliser cette double propriété des centres de gravité des stations obliques n'est pas tout à fait nouvelle. Elle est appliquée, en effet, dans la méthode élégante et expéditive proposée dès 1861 par le savant ingénieur anglais Barnes, pour la détermination des éléments correspondant à un déplacement unique. La dérivée $\frac{dM}{dV}$ y est utilisée pour ramener à ce déplacement les valeurs de M

données par le calcul pour des déplacements différents. Dans la nouvelle méthode dont je viens d'indiquer l'esprit, elle servira à déterminer d'une façon plus précise les courbes $f(M, V) = 0$, dont on se contentait jusqu'ici de déterminer des points isolés. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les ondes électriques dans des fils; la force électrique dans le voisinage du conducteur.* Note de M. **Birkeland**, présentée par M. Poincaré.

« Dans une Note récente, j'ai communiqué quelques faits expérimentaux sur la dépression des ondes dans des conducteurs minces et nous nous proposons ici de discuter ces résultats.

» D'après la théorie de Maxwell, nous savons que le champ autour d'un fil rectiligne est complètement défini par une intégrale Π de l'équation

$$A^2 \frac{\partial^2 \Pi}{\partial t^2} = \Delta\Pi. \tag{1}$$

M. Hertz en donne la solution

$$\Pi = \frac{2J}{An} \sin(mz - nt)\, K(p, \rho) \quad (^1),$$

qui correspond à une suite infinie d'ondes de même hauteur qui s'avance le long du fil avec la vitesse $\frac{n}{m}$.

» M. Poincaré a montré, comme les calculs de Hertz l'avaient d'ailleurs déjà fait, que cette vitesse est la même que la vitesse de propagation d'une perturbation électrique dans l'air ([2]), résultat récemment confirmé par les expériences de MM. Sarasin et de la Rive ([3]).

» Pourtant, la fonction Π ainsi trouvée ne rend pas compte d'une perte, le long du conducteur, causée soit par la transformation d'énergie en chaleur, soit par d'autres raisons quelconques.

» Examinons maintenant ce qui se passe à la surface du conducteur, en prenant comme point de départ les faits expérimentaux et en nous ap-

---

(1) Hertz, *Ausbreitung der elektrischen Kraft*, p. 166.

(2) Poincaré, *Électricité et Optique*, t. II, p. 194.

(3) Sarasin et de la Rive, *Comptes rendus*, 26 décembre 1892.

puyant sur la théorie de M. Poynting ([1]) du mouvement de l'énergie dans l'espace, mais sans connaître la solution exacte de l'équation (1).

» Les recherches expérimentales sur les ondulations électriques le long d'un fil métallique rectiligne nous autorisent à admettre l'expression suivante de l'intensité du courant

$$i = \mathrm{I}e^{-\alpha t - \alpha_1 z} \sin(at + a_1 z).e^{-\gamma z},$$

où

$$\frac{\alpha}{\alpha_1} = \frac{a}{a_1} = \frac{1}{\mathrm{A}}.$$

» Le dernier facteur exponentiel représente la dépression le long du fil. On en déduit immédiatement la force magnétique P au voisinage du fil,

$$\mathrm{P} = \frac{4\pi i}{2\pi\rho} = \frac{2\mathrm{I}}{\rho} e^{-\alpha t - \alpha_1 z} \sin(at + a_1 z) e^{-\gamma z},$$

ρ étant le rayon du fil.

» Pour que la théorie de Maxwell rende compte de ces faits, il doit exister une solution Π de l'équation (1) telle qu'elle établisse, au moins très approximativement, dans le fil et dans son voisinage un état électrique conforme à l'expérience.

» Alors nous pouvons aussi obtenir une valeur approximative de la composante R de la force électrique normale au fil dans son voisinage. Nous avons

$$\mathrm{P} = \mathrm{A}\frac{\partial^2 \Pi}{\partial\rho\, \partial t}, \qquad \mathrm{R} = -\frac{\partial^2 \Pi}{\partial\rho\, \partial z}.$$

» D'après l'expression approximative de P, nous trouverons

$$\mathrm{R} = -\frac{2\mathrm{I}}{\rho} e^{-\alpha t - \alpha_1 z}\left[\sin(at + a_1 z) + \frac{\gamma}{\sqrt{a_1^2 + \alpha_1^2}} \sin(at + a_1 z + \psi)\right].e^{-\gamma z},$$

en ne négligeant aucune charge statique du champ. ψ est déterminée par la formule

$$\operatorname{tang}\psi = \frac{a}{\alpha}.$$

» Dans un fil métallique ordinaire, les courants électriques développent nécessairement de la chaleur, qui doit être produite par une transformation d'énergie.

([1]) Poynting, *Phil. Trans.*, t. II, p. 343; 1884.

» Voyons ce qui se passe dans l'intérieur d'une petite partie du fil, limitée par deux plans perpendiculaires à l'axe, qui se déplacent avec la même vitesse $\frac{a}{a_1}$ le long du fil. Alors ce n'est que le facteur exponentiel $e^{-\gamma z}$ qui change les valeurs des forces au voisinage de ce petit cylindre.

» Or, le courant étant presque superficiel, les forces électriques et magnétiques décroissent très rapidement dans l'intérieur du fil et, par conséquent, l'énergie électromagnétigne dans notre cylindre est, d'après l'expression de Maxwell, très petit par rapport à l'énergie au dehors du fil.

» Ensuite, cette petite quantité d'énergie « diffusée » étant variable conformément à l'énergie au dehors du cylindre, l'énergie qui se transformera en chaleur doit y rayonner à travers la surface cylindrique.

» D'après la théorie de Poynting, nous pouvons calculer la grandeur de la composante Z de la force électrique parallèle à l'axe du fil, qui est nécessaire pour soutenir ce rayonnement.

» Nous avons

$$i^2 rl = \frac{2\pi\rho l \mathrm{PZ}}{4\pi \mathrm{A}},$$

où r est la résistance opposée par l'unité du fil à ces courants et l la longueur du cylindre.

» On trouve

$$\mathrm{Z} = \mathrm{IA}re^{-\alpha t - \alpha_1 z}\sin(at + a_1 z)e^{-\gamma z};$$

Z est partout dirigée dans le même sens que le courant.

» Soit φ l'angle entre la direction de la force électrique et celle de la propagation des ondes, on aura

$$\operatorname{tang}\varphi = -\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{Z}} = \frac{2}{\rho \mathrm{A}r}\left[1 + \frac{\gamma}{\sqrt{a_1^2 + \alpha_1^2}}\frac{\sin(at + a_1 z + \psi)}{\sin(at + a_1 z)}\right],$$

où très approximativement

$$\operatorname{tang}\varphi = \frac{2}{\rho \mathrm{A}r}\left[1 + \frac{\gamma}{a_1}\cot(at + a_1 z)\right].$$

» Le facteur $\frac{\gamma}{a_1}$ étant très petit, au voisinage des sommets des ondes, tang φ se réduit là à $\frac{2}{\rho \mathrm{A}r}$.

» Dans une autre Communication, nous considérerons la dépression le long de nos conducteurs et nous donnerons aussi des valeurs numériques de l'angle φ, qui est toujours plus petit qu'un angle droit, mais qui en diffère très peu. »

PHYSIQUE. — *Oscillographes; nouveaux appareils pour l'étude des oscillations électriques lentes.* Note de M. A. **Blondel**, présentée par M. Potier.

« Cette Note a pour objet la description d'appareils galvanométriques nouveaux ou *oscillographes*, permettant de déterminer, par observation directe et avec une exactitude suffisante, les courbes périodiques des courants alternatifs. Il suffit de réaliser un instrument dont la partie mobile oscille suivant la loi même des variations du courant qui le traverse; on peut alors, à l'aide des méthodes de composition optique bien connues, traduire ce mouvement oscillatoire sous forme d'une courbe périodique ou enregistrer celles-ci photographiquement.

» Le problème n'est pas nouveau; divers instruments ont été proposés pour le résoudre : les galvanomètres d'Arsonval, par M. Éric Gérard et M. d'Arsonval lui-même, le galvanomètre à miroir par M. Colley, le téléphone par MM. Elihu Thomson, Fröhlich, etc.; mais aucun n'a satisfait aux *conditions multiples à remplir*. Celles-ci sont au nombre de cinq : les deux premières, d'ordre général, applicables à toute espèce d'indicateurs [1]; les trois dernières spéciales au problème actuel :

» 1° L'instrument doit avoir une *période d'oscillation* propre très courte par rapport à celle des oscillations électriques. En particulier, pour les courants alternatifs ordinaires, ayant une fréquence comprise entre 40 et 100 périodes par seconde, le galvanomètre doit vibrer avec une fréquence *au moins* vingt fois plus grande, c'est-à-dire supérieure à 1000 ou 2000 périodes complètes.

» 2° *L'amortissement* doit être réglé à une valeur aussi faible que possible, et aussi voisine que possible de l'apériodicité critique toutes les fois que les oscillations électriques ne sont pas bien continues.

» 3° *La self-induction* propre doit être assez faible pour ne pas altérer la loi de variation du courant mesuré.

» 4° Les phénomènes d'*hystérésis* et les *courants de Foucault* dans l'appareil doivent être rendus négligeables.

» 5° *La sensibilité* doit être suffisante : cette condition est la plus difficile à remplir, elle entraîne l'emploi de parties mobiles excessivement petites.

---

[1] Leur démonstration fera l'objet d'une prochaine Note.

» J'ai étudié trois types de vibrateurs satisfaisant aux quatre premières conditions, mais dont le dernier seul donne en même temps une bonne sensibilité.

» 1° *Type à cadre mobile.* — Le cadre, analogue à celui d'un siphon recorder, mais porté par un ressort ou un bifilaire élastique, doit avoir des dimensions beaucoup plus faibles que celles réalisées jusqu'ici, c'est-à-dire quelques millimètres seulement de largeur.

» On peut, du reste, et c'est à certains égards la meilleure solution, supprimer le cadre et conserver seulement le bifilaire traversé par le courant étudié et portant un miroir en son centre; ce bifilaire doit être placé entre deux pôles d'électro-aimant aussi allongés et aussi rapprochés que possible : l'appareil n'a pour ainsi dire pas de self-induction.

» 2° *Type à plaque vibrante.* — Celui-ci est une sorte de téléphone perfectionné, en vue de ce but spécial, par l'emploi d'un champ magnétique indépendant, perpendiculaire à celui produit par le courant étudié. A cet effet, on dispose entre les deux pôles d'un aimant ou d'un électro-aimant en fer à cheval une plaque verticale aussi petite que possible, encastrée dans une des pièces polaires et libre en regard de l'autre; de part et d'autre de la plaque, on place deux bobines sans noyau de fer (1) traversées par le courant étudié.

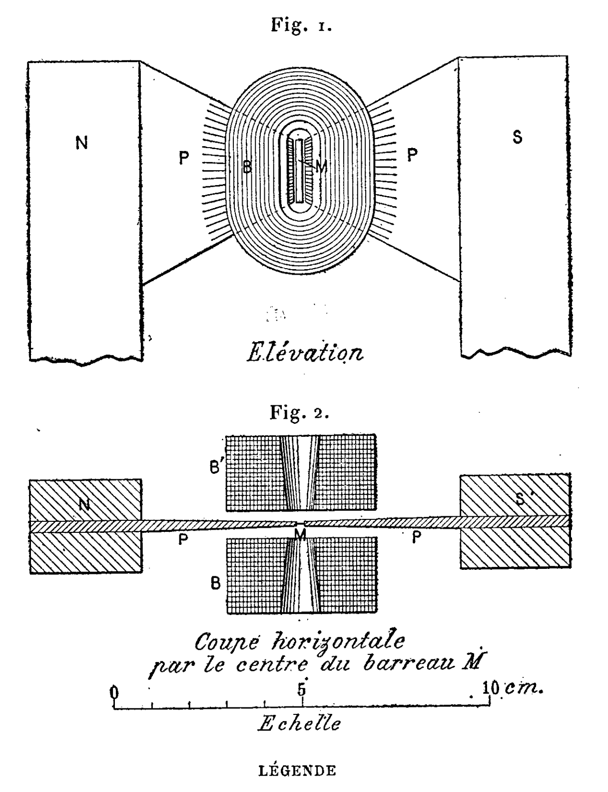
» 3° *Type à barreau mobile.* — Celui-ci dérive naturellement du type précédent, auquel il est supérieur, grâce aux dimensions plus petites et au plus faible moment d'inertie qu'il permet de donner à la partie vibrante. Dans ce but, on établit entre les deux pôles N, S de l'aimant ou de l'électro-aimant deux plaques P, P formant pièces polaires, et qu'il y a avantage à découper en forme de V pour augmenter le champ magnétique entre leurs extrémités. Entre ces deux plaques, on laisse un intervalle de 3^{mm} à 4^{mm}, dans lequel on place un petit barreau de fer doux M de 2^{mm} à 3^{mm} seulement de largeur, et d'épaisseur un peu inférieure à celle des extrémités des pièces polaires (épaisseur qui est de 1^{mm} à 2^{mm}). Pour permettre à ce petit barreau de subir une déviation sous l'action de deux bobines B, B placées de part et d'autre des plaques polaires, et parcourues par le courant étudié (2) sans qu'il puisse venir se coller contre les plaques polaires, il est

(1) Tous les appareils à noyau de fer, en particulier le téléphone, sont incapables de donner des indications exactes, à cause de leur grande self-induction et de leur hystérésis.

(2) Les bobines sont à gros fil ou à fil fin, suivant qu'il s'agit d'inscrire l'intensité

maintenu dans la position voulue soit à l'aide de deux aiguilles *a*, *a* pénétrant dans de très petits trous en haut ou en bas du petit barreau, soit à

Oscillographe à barreau mobile (Croquis schématique en demi-grandeur).



LÉGENDE

N, S, pôles d'un aimant ou électro-aimant en fer à cheval;
P, P, plaques polaires en fer doux feuilletées horizontalement;
M, barreau mobile portant un miroir de même forme;
a, *a*, aiguilles (ou petit ressort) portant le barreau mobile;
B, B, bobines parcourues par le courant étudié.

l'aide d'un ressort ou d'un bifilaire élastique de forme spéciale sur lequel il est soudé.

» Sans ressort, le couple directeur dû au champ magnétique seul produit plus de mille vibrations à la seconde, et, sans la forme plate des plaques, qui entraîne de grandes fuites magnétiques, le chiffre obtenu

---

du courant principal ou une différence de potentiel entre deux points à l'aide d'un courant dérivé.

pourrait être bien supérieur. Avec un bifilaire ou un ressort, on arrive facilement à deux mille ou trois mille vibrations, avec une sensibilité suffisante dans bien des cas pour les observations directes; on peut augmenter encore cette sensibilité en observant à l'aide d'un microscope donnant un grossissement de 10 à 20 diamètres.

» La déviation étant, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelle au produit

$$GIl\Theta^2,$$

dans lequel I est l'intensité d'aimantation, l la largeur du barreau, Θ la période d'oscillation propre, G le coefficient d'action des bobines, on voit qu'il convient d'employer un fer très doux, très étroit et très saturé.

» Grâce à la forme des plaques P, P et des circuits magnétiques ainsi qu'à quelques coups de scie donnés horizontalement dans les plaques et au besoin dans le barreau mobile, les effets d'hystérésis et les courants de Foucault sont rendus complètement négligeables. La self-induction n'est à craindre que si l'on emploie un oscillographe comme voltmètre avec des bobines à fil fin; mais on pourra, en général, réduire le décalage résultant de la self-induction à une valeur faible par l'addition d'une résistance morte assez considérable.

» La principale difficulté que j'ai rencontrée est relative à l'*amortissement*, que j'ai étudié au moyen de l'inscription photographique des vibrations sur un tambour tournant ([1]).

» A ces fréquences élevées, l'amortissement électromagnétique devient insuffisant, car l'amortissement nécessaire à l'apériodicité critique est proportionnel à cette fréquence, et l'on est obligé de recourir à des procédés mécaniques. J'ai laissé provisoirement de côté l'amortissement par étouffoirs en caoutchouc, parce qu'il est difficile à analyser et à régler, et j'ai eu recours à l'emploi de liquides de viscosité croissante : eau, glycérine, baumes résineux, etc., introduits dans une petite boîte étanche en ébonite, munie d'une glace et entourant les extrémités des pièces polaires et le barreau mobile.

» Parmi les liquides essayés, les baumes résineux seuls, en particulier le baume de Canada sirupeux, ont permis d'atteindre à l'apériodicité cherchée.

([1]) Les expériences ont été exécutées, pour la plus grande partie, au Laboratoire central d'Électricité, à Grenelle.

» Je compte faire connaître prochainement les résultats obtenus à l'aide de cet appareil pour l'étude de certains cas particuliers des courants alternatifs. »

OPTIQUE. — *Reproduction photographique des réseaux et micromètres gravés sur verre.* Note de M. **Izarn**, présentée par M. Mascart.

« Frappé de la finesse avec laquelle on reproduit photographiquement les détails les plus délicats d'un cliché sur verre, j'ai pensé à essayer cette opération au moyen de la gélatine bichromatée, sur un réseau au $\frac{1}{200}$ qui se trouvait à ma disposition; j'en obtins, dès les premiers essais, des reproductions si parfaites, qu'au premier abord on pouvait hésiter entre l'original et la copie; mais je ne tardai pas à apprendre que, depuis déjà une vingtaine d'années, la chose avait été faite par lord Rayleigh qui en fit le point de départ d'un Mémoire publié en deux fois dans le *Philosophical Magazine* (1872 et 1874).

» Toutefois, l'auteur déclare que, n'ayant jamais pu réussir ainsi à coup sûr, il se décida à abandonner un procédé qui, sans raisons appréciables, donnait des résultats tantôt merveilleux, tantôt tout à fait insuffisants; avec le collodion, il arrivait, au contraire, à obtenir sûrement des clichés, sinon aussi beaux que ceux que lui donnait, par hasard, l'autre méthode, du moins toujours utilisables. Il est étrange que, n'ayant employé aucun tour de main spécial, je sois arrivé, du premier coup, à n'avoir jamais d'insuccès par ce moyen qui, avec une simplicité, une rapidité et une économie que rien n'égale, donne des copies aussi parfaites d'objets souvent si précieux en même temps que si fragiles. Aussi me paraît-il que c'est un service à rendre, que de le faire revivre avec ce que j'ai pu moi-même y ajouter ou y simplifier.

» La méthode aux sels d'argent est beaucoup plus pénible, plus délicate, plus coûteuse, et c'est pour cela que je pense que la reproduction photographique des réseaux n'est pas entrée dans la pratique, quoiqu'elle fournisse un moyen de se procurer, avec une facilité extrême et une dépense nulle, des instruments dont beaucoup de physiciens sont souvent obligés de se priver.

» Mais on ne semble pas surtout avoir insisté sur ce fait qu'avec la gélatine bichromatée on obtient le *positif* et non le *négatif* du modèle. C'est là

un point à étudier de près, mais je crois, d'ores et déjà, que la raison en est dans la structure spéciale du trait produit par le diamant, et je suis presque certain qu'avec un *réseau de fils,* c'est-à-dire avec des traits absolument opaques, on n'obtiendrait rien de bon, lorsque le collodion fournirait, au contraire, un négatif aussi bon que possible, surtout si l'on employait les pellicules transparentes de Lippmann ou de Wiener. Malheureusement, ces sortes de réseaux ne sont pas d'un usage courant et je suis, pour le moment du moins, incapable de tenter l'expérience.

» Lord Rayleigh déclare aussi n'avoir jamais pu obtenir une bonne *copie de copie*. Ici encore, je dois dire, au contraire, que j'en obtiens qui se distinguent à peine du modèle primitif et je crois, sans en avoir fait encore l'essai, qu'on pourrait même pousser plus loin cette reproduction.

» Enfin la méthode photocollographique permet, toujours avec la même facilité, d'imprimer, sur la même plaque de verre, des réseaux successifs placés dans des positions relatives quelconques, par exemple de fabriquer des réseaux à mailles carrées, et de les séparer ou non par des couches diversement épaisses de gélatine insolubilisée, puisque, chaque cliché étant de sa nature insoluble et d'ailleurs beaucoup plus solide qu'on ne serait tenté de le croire, on peut le traiter comme la plaque primitive en y coulant une nouvelle couche de gélatine sensibilisée et ainsi de suite. Il y a là encore une ressource précieuse.

» Quant à la technique du procédé, rien de plus simple. Solution de gélatine dure à raison de 1^{gr} pour 30^{gr} d'eau avec addition de $0^{gr},10$ à $0^{gr},15$ de bichromate d'ammoniaque. Cette solution antiseptisée par le bichromate se conserve indéfiniment. Au moment de s'en servir, on la liquéfie au bain-marie tiède, on la verse dans un entonnoir garni d'un fragment de coton et l'on reçoit la liqueur qui filtre alors presque froide sur la lame de verre aussi plane que possible qui doit servir de support. Celle-ci est alors dressée verticalement et abandonnée dans l'obscurité à la dessiccation, qui se fait très rapidement, vu la minceur de la couche. On sacrifie, en la grattant, la partie inférieure, qui porte un bourrelet de matière, et l'on expose soit de suite, soit même après plusieurs jours dans une sorte de châssis-presse que chacun confectionnera à sa guise. Seulement ce châssis doit être muni d'une cheminée en fort papier noir, terminée par un couvercle qui permet de ne laisser arriver les rayons solaires que lorsque l'appareil a été disposé de façon qu'ils tombent perpendiculairement sur le réseau, ce qu'il est facile d'obtenir au moyen de l'ombre de cette cheminée sur le châssis lui-même. Avec un beau soleil, la durée de pose sera de six à dix secondes. A la lumière diffuse, elle pourra aller de un quart d'heure à une ou deux heures, mais dans ce cas le résultat sera moins satisfaisant. Une fois l'exposition terminée et l'appareil démonté, la lame est plongée dans de l'eau tiède, puis rincée à l'eau distillée froide et au besoin brossée très légèrement avec un blaireau très doux. Il est bon de protéger avec du pa-

pier noir bien opaque toute la région du réseau type qui n'est pas couverte par les traits; de cette façon, la gélatine disparaît partout ailleurs que sur la partie correspondant à cette région; la copie, plus nette sur les bords, a tout à fait l'apparence du modèle.

» Si l'on voulait un beau réseau par réflexion, il n'y aurait qu'à substituer, à la simple lame de verre, une glace que l'on aurait préalablement argentée, ou plus simplement encore une glace argentée du commerce, dont on dissoudrait le vernis et dont on polirait ensuite la face postérieure au rouge d'Angleterre, opération qui ne présente aucune difficulté et se fait en quelques minutes. »

BALISTIQUE. — *A propos du stéréocollimateur à lecture directe de M.* de Place. Note de M. **R. Arnoux**. (Extrait.)

« Sous le titre de *Stéréocollimateur à lecture directe*, M. Mascart a présenté à l'Académie, dans sa séance du 20 février 1893, une Note de M. le capitaine de Place, relative à un nouvel instrument destiné à remplacer la hausse et le niveau pour le pointage des pièces de canon. D'après la Note, cet appareil « se compose d'un collimateur qui sert tout à la fois de » viseur vers le but et de loupe pour lire une triple échelle microphoto- » graphique renfermée dans un limbe en cristal épais ».

» Or, il y a douze ans, j'ai proposé au Ministère de la Marine et au Ministère de la Guerre un système de pointage identique comme principe au précédent, en ce sens qu'il est basé comme lui sur l'emploi d'une lunette à collimateur et à niveau, destinée à remplacer la hausse et le niveau ordinaires encore actuellement employés par notre artillerie malgré leur peu de précision. La Note que j'ai envoyée à l'Académie des Sciences, relativement à ce système, a été résumée dans les *Comptes rendus* du 9 août 1880, pages 351 et 352.

» Je m'empresse d'ajouter que la revendication précédente n'est nullement faite pour enlever quoi que ce soit aux avantages particuliers que peut présenter la disposition originale de M. le capitaine de Place, et aussi celle que M. le capitaine de frégate Bonnin de Fraysseix a expérimentée il y a un an et demi avec tant de succès, sous forme de *tir optique*, à bord des cuirassés *Hoche* et *Courbet*. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la préparation de l'alumine dans l'industrie.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Troost.

« Les phénomènes que j'ai étudiés (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 183 et 386), relativement à la décomposition des aluminates alcalins tant par l'alumine que par l'acide carbonique, conduisent à se rendre un compte exact de ce qui se passe dans la pratique de l'un des procédés que l'industrie met en œuvre pour la fabrication de l'alumine. Le minerai alumineux (bauxite), est traité par de la soude caustique, puis l'aluminate obtenu est mélangé avec une petite quantité d'alumine cristallisée, telle que celle qui se produit lorsqu'on traite à froid la solution d'aluminate par un courant d'acide carbonique; on agite le mélange : une réaction se produit à la température ordinaire; elle donne lieu à la précipitation d'hydrate d'alumine facile à laver, et au bout de quelques heures il ne reste qu'une faible proportion d'alumine dissoute dans le liquide; celui-ci rentre dans la fabrication, et l'opération ne nécessite d'autre appareil qu'un agitateur.

» Or j'ai montré que les aluminates alcalins sont des sels que l'eau décompose et que, même en présence d'un excès d'alcali, l'introduction de quelques cristaux d'alumine hydratée dans leur dissolution suffit pour empêcher l'établissement d'un équilibre et pour entraîner la décomposition de l'aluminate, avec une rapidité d'autant plus grande que le mélange est mieux agité. Dans l'opération industrielle, ces cristaux, nécessaires à la réaction, sont apportés précisément par l'addition à l'aluminate d'un peu du dépôt que l'on obtient en le traitant à froid par un courant d'acide carbonique, dépôt qui, nous l'avons établi, est constitué en totalité ou en partie par de l'hydrate alumineux cristallisé. On comprend bien, une fois connu le mécanisme de la décomposition de l'aluminate alcalin, que rien ne puisse remplacer ces cristaux qui la provoquent, et qu'en particulier l'alumine gélatineuse n'ait aucun effet, incapable qu'elle est de déterminer la cristallisation de l'alumine simplement dissoute dans la solution alcaline et, par suite, de rompre continuellement l'équilibre qui tend à s'établir dans la liqueur; lorsqu'on se borne à faire traverser l'aluminate par un courant d'air, c'est seulement quand l'acide carbonique que cet air renferme a précipité un peu d'alumine cristallisée, que la réaction qui donne lieu à la décomposition progressive de l'aluminate alcalin s'accomplit régulièrement.

» La manière dont se forme ce précipité d'alumine explique bien qu'elle soit très pure; en effet, les substances telles que la silice, l'acide phosphorique, etc., que la bauxite renferme et qui ont été dissoutes par l'alcali employé à l'attaque de ce minerai, n'éprouvent aucun effet de la part de l'alumine cristallisée et restent dans les eaux mères après la précipitation de celle-ci; il n'en est plus de même lorsque, comme dans l'ancien procédé, on décompose l'aluminate par un courant d'acide carbonique capable de détruire également les silicates et certains phosphates dissociés : les matières étrangères précipitées en même temps que l'alumine restent avec elles; il ne saurait en être ainsi, comme on vient de l'expliquer, dans le dépôt qui provient de la destruction des aluminates alcalins sous l'influence de l'hydrate d'alumine cristallisé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'isomérie des acides amido-benzoïques.* Note de M. **Oechsner de Coninck.**

« Les résultats que j'ai obtenus en examinant, au point de vue purement qualitatif, l'action des principaux oxydes, acides et sels minéraux sur les trois isomères amido-benzoïques (*Comptes rendus*, séances des 14 et 28 mars et 30 mai 1892), m'ont engagé à étudier les solubilités de ces trois acides dans différents milieux.

» J'ai déterminé d'abord les coefficients de solubilité des trois isomères dans quelques acides minéraux et organiques; cette étude me semblait d'autant plus digne d'intérêt que les acides amido-benzoïques possèdent une fonction basique.

» J'appelle *coefficient de solubilité*, ou α, la quantité d'acide dissous, au bout de deux heures, dans 10^{cc} du solvant.

I. Solubilité dans les hydracides.

» J'ai employé les acides chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique étendus.

1° *Acide chlorhydrique.*

Acide		
ortho.	*méta.*	*para.*
$t = +10°,9$	$t = +9°,7$	$t = +9°,2$
$\alpha = 0^{gr},929$	$1^{gr},283$	$0^{gr},980$

2° *Acide bromhydrique.*

	Acide	
ortho.	*méta.*	*para.*
$t = +11^\circ$	$t = +11^\circ$	$t = +10^\circ$
$\alpha =$ 0gr,1753	0gr,0504	0gr,0751

3° *Acide iodhydrique* (l'acide était légèrement coloré).

	Acide	
ortho.	*méta.*	*para.*
$t = +10^\circ,8$	$t = +10^\circ,8$	$t = +10^\circ,4$
$\alpha =$ 0gr,589	0gr,574	1gr,193

SOLUBILITÉ DANS QUELQUES OXACIDES MINÉRAUX ET ORGANIQUES.

1° *Acide nitrique étendu.*

	Acide	
ortho.	*méta.*	*para.*
$t = +\ 8^\circ,6$	$t = +\ 9^\circ,5$	$t = +\ 8^\circ$
$\alpha =$ 0gr,8775	0gr,1950	0gr,1484

2° *Acide sulfurique étendu.*

	Acide	
ortho.	*méta.*	*para.*
$t = +\ 5^\circ$	$t = +\ 5^\circ,6$	$t = +\ 5^\circ,8$
$\alpha =$ 0gr,380	0gr,336	0gr,382

3° *Acide acétique très étendu.*

	Acide	
ortho.	*méta.*	*para.*
$t = +7^\circ,3$	$t = +12^\circ,5$	$t = +10^\circ$
$\alpha =$ 0gr,0370	0gr,0764	0gr,0454

» Dans une autre expérience, on a trouvé pour l'isomère ortho, à $t = +10^\circ$,

$$\alpha = 0^{gr},0370,$$

c'est-à-dire la même solubilité qu'à $+7^\circ,3$.

4° *Acide acétique cristallisable.*

	Acide	
ortho.	*méta.*	*para.*
$t = +13^\circ,6$	$t = +10^\circ$	$t = +12^\circ,5$
$\alpha =$ 0gr,8965	0gr,778	0gr,810

» II. J'ai déterminé ensuite les coefficients de solubilité des trois acides isomériques, dans quelques milieux à réaction alcaline :

1° *Solubilité dans l'ammoniaque étendue.*

Acide ortho.	Acide méta.	Acide para.
$t = +12°,5$	$t = +11°,2$	$t = +11°,4$
$\alpha =$ 1gr,1557 (1)	1gr,3895	1gr,1486

2° *Solubilité dans l'eau de chaux pure et étendue.*

Acide ortho.	Acide méta.	Acide para.
$t = +11°,8$	$t = +11°,6$	$t = +11°,8$
$\alpha =$ 0gr,079	0gr,082	0gr,076

3° *Solubilité dans l'eau de baryte pure et concentrée.*

Acide ortho.	Acide méta.	Acide para.
$t = +13°,5$	$t = +11°,8$	$t = +12°,8$
$\alpha =$ 0gr,0060 (2)	0gr,2573	0gr,1842

» Les résultats dont je viens de présenter l'ensemble différencient avec la plus grande netteté les trois acides amido-benzoïques isomériques; ils conduisent aussi à une remarque que je crois digne d'être signalée :

» *Les isomères amido-benzoïques, à ne considérer que les proportions dissoutes dans les différents véhicules acides employés, se ressemblent toujours deux à deux.* Dans l'acide chlorhydrique, par exemple, l'isomère *ortho* et l'isomère *para* présentent des solubilités assez sensiblement voisines; l'isomère *méta* est de beaucoup le plus soluble. Dans l'acide bromhydrique, c'est l'isomère *ortho* qui possède la solubilité la plus élevée, les isomères *méta* et *para* étant tous deux notablement moins solubles. Dans l'acide iodhydrique, on observe que c'est l'isomère *para* le plus soluble.

» Par contre, dans les milieux alcalins, les coefficients de solubilité se rapprochent beaucoup plus les uns des autres; il y a toutefois exception pour l'eau de baryte concentrée.

» Je continue cette étude. »

---

(1) Moyenne de quatre expériences.

(2) Moyenne de trois expériences.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dimorphisme du chloroplatinate de diméthylamine.* Note de M. **Le Bel**, présentée par M. Arm. Gautier.

« On avait remarqué que parmi les divers chloroplatinates d'amines celui de la diméthylamine forme plusieurs sels doubles, et qu'en particulier il s'unit à molécules égales à celui de dipropylamine en formant un sel double remarquablement bien cristallisé. On a cherché si les autres termes de la série formeraient également des sels doubles; or le mélange des chloroplatinates de diméthyl et de diéthylamine n'en a pas fourni plus que celui de diméthylamine et de diisobutylamine. La faculté de former des sels doubles semble donc limitée à des termes très particuliers.

» Dans le dernier de ces mélanges on retrouve les cristaux du chloroplatinate de diisobutylamine avec la forme qu'ils affectent dans une dissolution pure, mais le chloroplatinate de diméthylamine est méconnaissable, à ce point qu'on a fait plusieurs dosages de platine pour vérifier s'il ne s'était pas formé néanmoins quelque sel double : les chiffres correspondant exactement à la diméthylamine. On a alors mesuré les angles, et l'on a vu qu'ils se rapportaient à une modification dimorphe découverte autrefois par M. Vincent, mais qu'on ne savait pas reproduire à volonté. M. Hjortdahl, qui a décrit ce cristal orthorhombique, donne $g_1 m = 58°8'$ et $g_1 e = 48°20'$. Le sel obtenu était en aiguilles jaunâtres très développées suivant l'arête de l'angle de 48°20′ qui caractérise le cristal. La forme ordinaire est du reste également orthorhombique, mais avec d'autres angles et une allure tellement différente qu'on la distingue à première vue; sa couleur tire plus sur le rouge. Il y a aussi à noter que c'est le sel de M. Vincent et non la forme ordinaire qui ressemble aux autres chloroplatinates orthorhombiques de diamines lesquels forment un petit groupe très homogène.

» La forme ordinaire a pour densité 2,27; celle de M. Vincent, 2,12. Cette énorme différence, qui est du même ordre que celle entre l'arragonite et la calcite, peut être utilisée pour le triage d'une cristallisation mixte. A sec, le sel de M. Vincent est stable à 100°; mais cet auteur avait déjà observé que, si on le dissout, il reproduit la forme ordinaire : cela est ainsi en effet; cependant on trouve toujours, même si l'on a fait la solution à chaud, quelques cristaux jaunes inaltérés, qui indiquent une persistance du type cristallin même en solution. Elle s'est encore confirmée

par l'observation suivante : on peut faire, en hiver, des cristaux de M. Vincent par l'action prolongée d'une température inférieure à 0°, *même sans rien ajouter* au chloroplatinate de diméthylamine. La température critique semble située vers 10°; au-dessus, il y a tendance à revenir à la forme ordinaire, mais elle ne se produit pas immédiatement : ainsi, un cristallisoir, longtemps exposé au froid, a fourni encore, dans une étuve à 30°, les cristaux jaunes pendant huit jours et ensuite la forme habituelle. On peut supposer que la molécule cristalline existe en solution, mais on peut tout aussi bien admettre qu'il y a une isomérie chimique très instable.

» La nouvelle modification se distingue aussi du sel ordinaire par la quantité d'air inclus, à ce point que durant leur dissolution les cristaux se couvrent dans l'eau de bulles qui se dégagent rapidement; plusieurs autres chloroplatinates partagent cette propriété, mais non au même degré.

» Enfin on a observé qu'on pouvait reproduire le nouveau cristal par l'addition d'un sel cubique, le chloroplatinate de triméthylamine; mais il faut en mettre beaucoup et encore la transformation est très lente. Par contre, on a des cristaux magnifiques et de plus on observe que le changement de forme cristalline est précédé de la formation de macles, d'abord pour la forme ordinaire, ensuite pour le sel de M. Vincent. Ces dernières sont remarquables par deux assemblages différents sur *m* et sur *e*; il est difficile de se soustraire à l'idée qu'il n'existe pas un rapport entre la formation des macles et le changement de forme cristalline, d'autant que l'arragonite a la même tendance à former des macles. Le sel de M. Vincent est du reste un cristal parfait à deux axes; la bissectrice aiguë est suivant $g_1 e$.

» Le cas de dimorphisme qui vient d'être signalé ne diffère en somme des autres que par une certaine persistance du type cristallin, même quand on fait passer le sel par la solution, ainsi que par l'extrême facilité qu'il y a de reproduire les deux modifications dans des limites de température très accessibles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'inuline et deux principes immédiats nouveaux : la pseudo-inuline et l'inulénine.* Note de M. C. TANRET.

« L'inuline n'a pas encore jusqu'ici été obtenue pure : c'est ce qui paraît ressortir des divergences des auteurs à son sujet, sur sa solubilité et son pouvoir rotatoire notamment, et ce que l'expérience vient de me démontrer exact. J'ai observé, en effet, que dans le topinambour et l'aunée (les

seules plantes que j'aie encore examinées à ce point de vue), l'inuline se trouve accompagnée de deux corps voisins, mais bien distincts, que, pour rappeler leur commune origine, je propose d'appeler *pseudo-inuline* et *inulénine*. En même temps que leur étude, j'exposerai la méthode qui m'a donné l'inuline à l'état de pureté et je fixerai déjà quelques-uns des points restés douteux de son histoire.

» *Préparation.* — La séparation de l'inuline de ses deux congénères et de ceux-ci l'un de l'autre repose sur la solubilité différente de leurs composés barytiques en présence d'eau de baryte en excès.

» On défèque par $\frac{1}{10}$ environ d'extrait de Saturne le jus bouillant de topinambours récoltés en septembre ou octobre; dans la liqueur refroidie, où l'excès de Pb a été éliminé par l'acide sulfurique étendu, on verse une solution de baryte concentrée tant qu'il se forme un précipité, puis $\frac{1}{5}$ d'alcool à 80°. Le précipité lavé à l'eau de baryte froide est décomposé par CO^2, puis la liqueur est additionnée d'un grand excès d'eau de baryte froide. Il se forme un précipité barytique (A) riche en inuline, mais contenant encore plus ou moins des deux autres corps. Quant à l'eau mère, elle renferme ceux-ci, avec une petite quantité d'inuline qui a échappé à la précipitation. On l'additionne successivement d'alcool faible, en séparant les précipités qu'on décompose par CO^2. On mettra de côté les liqueurs (B) qui ne précipitent plus par l'eau de baryte froide.

» On soumet à ce traitement le précipité A jusqu'à ce qu'il ne fournisse plus de liqueurs B. Amené à ce point, il n'est plus formé que d'inulate de baryte. On le dissout alors dans l'eau chaude, on le décompose par CO^2, puis la liqueur bouillie et filtrée est agitée avec du noir bien lavé, qui la dépouille presque complètement de son restant de baryte. Après filtration, on l'additionne de son volume d'alcool à 95°. L'*inuline* ne tarde pas à se déposer pure. On la jette sur un filtre et on la lave à l'alcool concentré. Elle est mise ensuite à sécher à l'air ou mieux sur l'acide sulfurique.

» D'autre part, les liqueurs B sont évaporées à siccité au bain-marie, puis le résidu dissous dans de l'eau de baryte froide (préparée avec de la baryte pure). On en verse ensuite une nouvelle quantité jusqu'à ce que le précipité qui se forme n'augmente plus. Ce précipité, traité par CO^2 comme pour l'inuline, donne la *pseudo-inuline*.

» L'eau de baryte où s'est formé le dernier précipité est à son tour traitée par CO^2, et, après filtration, évaporée à siccité. Le résidu est formé par l'inulénine et une petite quantité de pseudo-inuline. Pour séparer celle-ci, on agite le résidu avec dix fois son poids d'eau froide, et au bout de vingt-quatre heures on filtre, on évapore la solution, puis on dissout le nouveau résidu dans cinq à six fois son poids d'alcool à 30° bouillant. Par refroidissement, la solution donnera *l'inulénine*.

» *Inuline*. — On connaît les deux aspects sous lesquels peut se présenter l'inuline : en masses compactes et transparentes ou pulvérulentes comme l'amidon. Déposée de ses solutions aqueuses ou légèrement alcooliques, elle affecte toujours le premier état en se desséchant, et le second, si elle a été lavée préalablement à l'alcool fort.

» L'inuline desséchée à 100° a pour pouvoir rotatoire

$$a_D = -38°,8 \text{ (p. } 1^{gr},45\text{; v. } 20^{cc},5\text{; } a - 5°,5).$$

Les auteurs l'ont donné jusqu'ici de — 35° à — 37°. Ce pouvoir rotatoire ne paraît pas influencé par la température ou la concentration de la solution.

» L'inuline, très soluble dans l'eau chaude, exige plus de 10000 parties d'eau froide pour se dissoudre. Elle est également assez soluble dans l'alcool faible chaud. Ses solutions aqueuses sont très limpides et non opalescentes comme celles du glycogène auxquelles elles ont été comparées à tort.

» La composition centésimale de l'inuline répond à la formule de Kiliani $6(C^{12}H^{10}O^{10})H^2O^2$ ou $C^{72}H^{62}O^{62}$, mais à la condition qu'elle soit quintuplée, comme semble l'indiquer l'essai cryoscopique que j'en ai fait.

» L'eau de baryte dissout d'abord l'inuline, puis une nouvelle affusion en précipite le composé $C^{72}H^{62}O^{62}.6BaO$. Cette réaction est très sensible. Elle est donnée encore très nettement par une solution d'inuline à $\frac{1}{600}$.

» *Pseudo-inuline*. — Comme l'inuline, la pseudo-inuline se sépare de ses solutions aqueuses en granules irréguliers de $0^{mm},0005$ à $0^{mm},002$ et de ses solutions alcooliques en globules assez réguliers qui atteignent $0^{mm},008$, et d'autant plus gros que la solution est plus riche en alcool. Elle est très soluble à chaud dans l'eau et dans l'alcool faible. A froid, elle se dissout dans 350 à 400 parties d'eau.

» Son pouvoir rotatoire est $a_D = -32°,2$ (p. $1^{gr},195$; v. $18^{cc},5$; $a - 4°,16$). Sous l'action des acides étendus, il s'élève à $a_D - 85°,6$. Le mélange sucré ainsi obtenu a donné, avec la plus grande facilité, du lévulose cristallisé et j'ai obtenu de l'eau mère du lévuloside calcaire une petite quantité de sucre dextrogyre, du glucose probablement.

L'analyse de la pseudo-inuline, combinée avec le poids moléculaire donné par la méthode de Raoult, conduit à la formule $16(C^{12}H^{10}O^{10})H^2O^2$ ou mieux $C^{192}H^{162}O^{162}$.

» La combinaison barytique de la pseudo-inuline est plus soluble que celle de l'inuline; ainsi une solution de pseudo-inuline à moins de 3 pour 100 ne précipite plus par l'eau de baryte froide. Le précipité répond à la formule $16(C^{12}H^{10}O^{10})H^2O^2.12BaO$. L'alcool précipite le composé $16(C^{12}H^{10}O^{10})H^2O^2.16BaO$.

» Le composé calcaire précipité par l'alcool est

$$16(C^{12}H^{10}O^{10})H^2O^2.16CaO.$$

La pseudo-inuline ne précipite pas par le sous-acétate de plomb, mais une

addition d'ammoniaque m'a donné le composé

$$16(C^{12}H^{10}O^{10})H^2O^2.38PbO.$$

» *Inulénine.* — L'inulénine est un produit parfaitement cristallisé. Le microscope la montre formée de fines aiguilles d'environ $0^{mm},009$, réunies en étoiles à 6 rayons, ou maclées deux à deux à 60°, quand elle s'est séparée lentement de ses solutions, et en cristaux plus confus mais plus gros quand la cristallisation a été rapide. Ils agissent sur la lumière polarisée qu'à l'extinction ils laissent passer parallèlement à l'axe. C'est sans doute à ses cristaux réunis en boules que sont dus les prétendus sphérocristaux d'inuline qu'on voit au microscope dans les coupes de dahlia macérées dans l'alcool.

Séchée à 100°, l'inulénine se dissout dans quelques parties d'eau froide, puis en s'hydratant elle recristallise, et la solution n'en retient plus que $\frac{1}{8}$ de son poids. Elle se dissout dans 35 parties d'alcool à 30° froid et dans 245 parties d'alcool à 50°. Son pouvoir rotatoire $a_D = -29°,6$ (solution à 6,6 pour 100); après inversion, il s'élève à $a_D = -83°,6$.

» La composition de l'inulénine séchée à 100° est voisine de celles de l'inuline et de la pseudo-inuline. Sa formule peut être représentée par

$$10(C^{12}H^{10}O^{10})2H^2O^2 \quad \text{ou} \quad C^{120}H^{104}O^{104}.$$

» L'eau de baryte froide dissout l'inulénine sans qu'un excès y forme de précipité; mais elle est précipitée par les solutions de baryte tièdes concentrées.

» Ses combinaisons avec la baryte, la chaux et l'oxyde de plomb correspondent à celles de ces bases avec l'inuline et la pseudo-inuline.

» Dans une prochaine Communication je me propose de faire connaître les relations de ces corps inuliniques avec les autres principes hydrocarbonés qui les accompagnent dans le topinambour. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Action absorbante du coton sur les solutions étendues de sublimé.* Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Par l'étude thermochimique des textiles (*Comptes rendus* des 10 février et 28 avril 1890), j'ai montré que les fibres animales possédaient des fonctions chimiques nettes, basiques et acides, tandis que les fibres végétales manifestaient des fonctions chimiques faibles et notamment pas de fonctions basiques.

» L'étude spéciale du coton (*Comptes rendus* des 28 avril 1890 et 2 mars 1891) m'a permis de constater que le coton blanchi dégageait plus de chaleur avec les alcalis que le coton non blanchi, ce fait devant être attribué à la formation d'oxycellulose pendant les opérations du blanchiment.

» Le coton doit donc être considéré, au point de vue chimique, comme un acide faible, dont la fonction chimique augmente d'intensité avec la proportion d'oxycellulose qu'il renferme.

» Ces résultats ont été appliqués à l'étude des phénomènes de teinture (*Comptes rendus* des 2, 16 et 23 mars 1891).

» Par une déduction logique, j'ai eu l'idée de les étendre à l'action absorbante du coton sur les solutions étendues de sublimé. On sait que cette question, indépendamment de son intérêt théorique, est importante par ses applications, puisqu'elle a trait à la préparation de divers matériaux de pansement au moyen du sublimé.

» Voici la description et les résultats de mes expériences :

» I. Je suis parti d'une solution de sublimé au millième, obtenue en dissolvant à froid 1^{gr} de chlorure mercurique pur ($HgCl^2$), en poudre, dans 1^{lit} litre d'eau distillée.

» II. D'autre part, le coton ayant servi aux expériences était du coton en bourre traité de la façon suivante : 10^{gr} de ce coton ont été immergés dans 1^{lit} d'une solution alcaline renfermant 1 pour 100 NaOH. On a fait bouillir le mélange pendant un quart d'heure, puis le coton a été essoré et lavé complètement à l'eau. Ce traitement a été répété trois fois. Le coton a été ensuite soumis, à froid, à l'action d'une solution limpide de chlorure de chaux de densité 1,007, pendant une heure; finalement on l'a essoré, rincé complètement à l'eau distillée et séché à la température ordinaire.

» III. $9^{gr},37$ de ce coton sec ont été immergés pendant sept heures, à la température ambiante (15°), dans 200^{cc} d'une solution de sublimé au millième. Le coton a été ensuite retiré et essoré; il pesait alors $29^{gr},4$. J'ai examiné comparativement :

» *a*. La solution initiale de sublimé (200^{cc});

» *b*. La solution de sublimé ayant baigné le coton, son volume étant réduit par l'absorption du coton de 200^{cc} à 180^{cc}.

» Dans ces deux solutions j'ai dosé, par pesées sur filtres tarés, l'acide chlorhydrique à l'état de chlorure d'argent (AgCl), le mercure à l'état de sulfure de mercure (HgS), en opérant pour chaque dosage sur 50^{cc} de solution.

» On a trouvé que la solution ayant baigné le coton, par rapport à la solution initiale, avait conservé la même proportion d'acide chlorhydrique, mais qu'elle s'était appauvrie en mercure.

» La fixation sur le coton, déduite par différence, était :

Acide chlorhydrique........	$0^{gr},005$	correspondant à	$0^{gr},020$	$HgCl^2$
Mercure..................	$0^{gr},027$	»	$0^{gr},037$	»

» La fixation du mercure par le coton a donc été de près du double de la quantité correspondant à l'acide chlorhydrique dans le composé $HgCl^2$.

» Une série d'expériences a confirmé ces résultats :

» *a.* 10gr coton blanchi, immergés pendant six heures dans 200cc d'une solution aqueuse de sublimé au millième, ont fixé :

HCl..............	0gr,005	correspondant à	0gr,020 $HgCl^2$
Hg..............	0gr,020	»	0gr,034 »

» *b.* 10gr coton blanchi, immergés pendant quarante-huit heures dans 200cc d'une solution aqueuse de sublimé au millième, ont fixé :

HCl..............	0gr,005	correspondant à	0gr,020 $HgCl^2$
Hg..............	0gr,045	»	0gr,061 »

» *c.* 10gr coton blanchi, immergés pendant quarante-huit heures dans 100cc d'une solution aqueuse de sublimé au centième, ont fixé :

HCl..............	0gr,05	correspondant à	0gr,200 $HgCl^2$
Hg..............	0gr,34	»	0gr,460 »

» *d.* 10gr coton blanchi, immergés pendant soixante-douze heures dans 200cc de solution aqueuse de 1gr $HgCl^2$ dans 1lit d'alcool éthylique à 93°, ont fixé :

HCl..............	0gr,005	correspondant à	0gr,020 $HgCl^2$
Hg..............	0gr,034	»	0gr,046 »

» Il résulte de ces faits que le coton enlève le mercure aux solutions étendues de sublimé.

» Dans de pareilles solutions, le coton semble dissocier le sublimé suivant l'équation

$$HgCl^2 + H^2O = HgO + 2(HCl),$$

le coton se combinant à l'oxyde mercurique, en vertu de sa fonction acide, tandis qu'il s'imprègne simplement d'acide chlorhydrique sans contracter de combinaison.

» Nous nous proposons d'examiner si le mercure se fixe sur la cellulose à l'état d'oxyde ou d'oxychlorure et si une partie du mercure ainsi fixé passe à l'état de sous-chlorure. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Résistance remarquable des animaux de l'espèce caprine aux effets de la morphine.* Note de M. L. **Guinard**, présentée par M. Chauveau.

« En décembre 1890, nous avons eu l'honneur de communiquer à l'Académie les principaux résultats que nous avons obtenus en étudiant l'action physiologique de la morphine chez le chat. Depuis, nous avons généralisé nos essais, et c'est ce qui nous a conduit à entreprendre une étude, que nous publierons bientôt, sur la physiologie comparée du morphinisme chez les principales espèces domestiques. Nos expériences, presque complètement terminées, ont porté sur un grand nombre de sujets et, parmi les faits saillants que nous avons relevés, nous ferons connaître aujourd'hui la résistance remarquable des animaux de l'espèce caprine à la morphine. Cette résistance ne comprend pas seulement le fait de supporter des doses très élevées, mais aussi l'absence de troubles psychiques et la conservation des fonctions du cerveau. La morphine qui, à bon droit, est considérée comme un modificateur cérébral, semble, chez la chèvre, avoir perdu cette propriété et ne paraît pas avoir de prise, en tant que narcotique, sur le cerveau de cet animal. Ceci est d'autant plus facile à constater et d'autant plus remarquable que, parmi les herbivores domestiques, les chèvres sont des êtres à intelligence supérieure; c'est certainement chez elles que les manifestations intellectuelles sont les plus développées et les plus expressives.

» Nous avons essayé successivement les doses comprises entre $0^{gr},005$ et $0^{gr},45$ par kilogramme, sur une série de dix-sept boucs, chèvres ou cabris, pratiquant les injections soit dans le tissu conjonctif sous-cutané, soit dans la veine jugulaire, et nous n'avons jamais constaté, du côté du cerveau, que des signes modérés d'excitation, un peu d'inquiétude, mais pas la moindre perversion des fonctions. Même avant la mort, quand la dose est toxique, l'intelligence est conservée et l'on ne voit jamais ni manifestation d'ivresse, ni hallucination, ni incoordination, ni narcose opiacée; rarement la bête meurt dans une crise convulsive, car les troubles dominants s'observent surtout du côté de l'appareil respiratoire.

» La chèvre qui a reçu de la morphine, même à dose forte, est inquiète, se promène sans cesse, a de la raideur musculaire, salive beaucoup, montre de la gêne respiratoire et quelques autres symptômes que nous n'avons pas à développer ici, car ce que nous tenons surtout à faire ressortir, c'est que, pendant toute la durée de l'action, et à part

l'inquiétude, la bête conserve sa physionomie habituelle; elle répond à la voix, se laisse caresser, accepte les aliments qu'on lui donne, les mange avec appétit, se trouve en somme dans une situation qui démontre à l'évidence que toutes ses attitudes et tous ses mouvements sont absolument coordonnés par une volonté que le médicament n'a pas influencée.

» Pour faire connaître maintenant la tolérance de la chèvre pour les doses fortes de morphine, nous indiquerons simplement les résultats de quatre de nos expériences, rappelant, au préalable, que les animaux âgés et épuisés sont beaucoup plus sensibles que les sujets jeunes et en parfait état de santé. Cependant, s'il faut moins de morphine pour tuer une vieille chèvre, les symptômes sont absolument les mêmes.

» 1° Une jeune chevrette de onze mois environ, en excellent état, pesant 30^{kg}, a supporté une injection intra-veineuse de 8^{gr} de chlorhydrate de morphine, soit $0^{gr},26$ par kilogramme, sans montrer autre chose qu'un peu d'hyperexcitabilité cérébrale et de gêne locomotrice. L'injection a été faite en quatre heures.

» 2° Dans un intervalle de deux heures et demie nous avons injecté, dans la veine jugulaire d'une chèvre adulte du poids de 43^{kg}, $8^{gr},50$ de chlorhydrate de morphine, soit environ $0^{gr},20$ par kilogramme, sans développer d'autres manifestations que celles qui ont été ci-devant rapportées.

» 3° Deux jours après, opérant sur la même chèvre, parfaitement remise et que nous voulions tuer, nous lui avons injecté dans la veine, dans l'espace de trois heures, $19^{gr},50$ de chlorhydrate de morphine, soit $0^{gr},45$ par kilogramme. Cette dose formidable a exagéré beaucoup la raideur musculaire et les troubles respiratoires, mais l'intelligence n'a pas été influencée; la bête a conservé la physionomie de la veille, acceptant les aliments et répondant parfaitement à la voix. Neuf heures après le début de l'expérience nous avons retrouvé notre chèvre naturellement couchée et ruminant tranquillement.

» 4° Enfin une chèvre hors d'âge, pesant 34^{kg}, dans un état de maigreur et de faiblesse extrême, est morte après avoir reçu, dans un intervalle de douze heures, $10^{gr},25$ de chlorhydrate de morphine, en injection hypodermique.

» Malgré des essais assez nombreux, nous n'avons pas pu déterminer exactement la dose de morphine toxique pour la chèvre, car un de nos sujets d'expérience a supporté $0^{gr},45$ par kilogramme, d'autres sont morts avec des quantités moindres. Cependant, sans aucune exagération, d'après l'ensemble de nos essais, on peut admettre qu'une chèvre en bon état de santé peut tolérer facilement $0^{gr},25$ à $0^{gr},30$ par kilogramme, ces doses étant fractionnées et injectées dans un intervalle de trois ou quatre heures.

» Prenant, comme proportion moyenne, pour un homme de 65^{kg}, non accoutumé, la dose hypnotique de $0^{gr},02$, on peut voir que les chèvres dont il a été question plus haut ont reçu, sans trop de gêne, le total des

doses pouvant faire dormir 400 hommes dans un cas, 425 dans l'autre et 975 dans le troisième. En rapportant ces quantités au kilogramme et les comparant ainsi, on s'aperçoit que $0^{gr},0003$ narcotise un kilogramme d'homme, tandis que $0^{gr},30$, c'est-à-dire une proportion mille fois plus forte, sont bien supportés par un kilogramme de chèvre. En somme, la morphine n'est pas un cérébral pour les chèvres, qui de plus sont douées d'une résistance remarquable aux effets de ce médicament. Nous exposerons dans une Note ultérieure les détails physiologiques de cette curieuse particularité. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Altérations du tissu musculaire dues à la présence de Myxosporidies et de microbes chez le Barbeau.* Note de M. **P. Thélohan**, présentée par M. Chauveau [1].

« On sait que depuis quelques années, tant en Allemagne qu'en France, les Barbeaux d'un grand nombre de cours d'eau sont victimes d'une épidémie meurtrière causée par les Myxosporidies.

» Je ne m'occuperai pas ici des différentes manières dont ces Sporozoaires peuvent amener la mort de leur hôte et je ne parlerai pas des caractères extérieurs de la maladie, bien décrits déjà par MM. H. Ludwig [2] et Railliet [3]. Je signalerai seulement les résultats auxquels m'a conduit l'étude histologique des tumeurs consécutives à l'infection des muscles.

» M. L. Pfeiffer [4], le premier, a reconnu que dans ces tumeurs le parasite envahit les faisceaux primitifs. Sa présence semble amener rapidement la dégénérescence de ces éléments. En examinant à l'état frais des fragments de muscles infestés on rencontre des faisceaux primitifs qui, par places, ont conservé leur aspect normal et leur striation et qui, sur d'autres points, présentent des espaces plus ou moins considérables où la substance musculaire s'est transformée en masses vitreuses, réfringentes. A côté de ces masses, et dans leurs intervalles, se trouvent des gouttelettes graisseuses, des granules jaunâtres d'origine indéterminée, et, enfin, des spores de Myxosporidies en nombre plus ou moins grand.

---

(1) Travail du laboratoire de M. le professeur Balbiani, au Collège de France.

(2) H. Ludwig, *Ueber Myxosporidien Krankheit der Barben in der Mosel*; 1889.

(3) Railliet, *La maladie des Barbeaux de la Marne* (*Bulletin de la Société centrale d'aquiculture de France,* t. II, 1890).

(4) L. Pfeiffer, *Die Protozoen als Krankheitserreger*. Jéna, 1890.

» En pratiquant des coupes au niveau des tumeurs, j'ai retrouvé cette dégénérescence : elle gagne de proche en proche la substance musculaire des faisceaux primitifs envahis et on la retrouve dans des parties de ceux-ci où le parasite ne semble pas avoir pénétré. Au contraire, les faisceaux voisins non infestés semblent à l'abri de cette altération et l'on observe fréquemment un faisceau dégénéré entouré de faisceaux sains.

» Le faisceau ainsi frappé de dégénérescence ne tarde pas à être envahi par des cellules phagocytaires provenant, les unes du sarcolemme, les autres du tissu conjonctif. Dans les parties où le processus dégénératif s'est produit par suite de la présence du parasite dans d'autres points du faisceau et où l'on ne rencontre pas de spores, ces cellules se multiplient rapidement : à mesure que leur nombre augmente, on voit les débris musculaires diminuer : bientôt ils ont complètement disparu et la place du faisceau est finalement occupée par du tissu conjonctif.

» Dans les régions où le faisceau dégénéré renfermait un grand nombre de spores, on observe l'épaississement du périmysium : il se forme ainsi des espèces de travées conjonctives séparant les espaces occupés par les spores et qui répondent aux faisceaux primitifs disparus. Ce fait se voit surtout nettement sur les coupes transversales.

» Peu à peu ces travées augmentent d'épaisseur en même temps que leur tissu devient plus dense : il se produit ainsi autour de chaque espace une coque fibreuse qui tend à se rétrécir de plus en plus. Il semble y avoir là un véritable enkystement du parasite. Pendant que ces phénomènes se passent, l'irritation se propage, la prolifération conjonctive s'étend et donne lieu à une sclérose des muscles voisins avec atrophie des faisceaux primitifs.

» Telle est la série des phénomènes que l'on peut observer dans quelques cas chez le Barbeau et que j'ai retrouvée dans les autres Poissons où j'ai rencontré des Myxosporidies amenant la dégénérescence des muscles (Callionyme).

» Mais très souvent, chez le Barbeau, comme l'ont signalé les auteurs, on voit les tumeurs s'ouvrir à l'extérieur, donnant lieu à l'écoulement d'un liquide puriforme et à la formation d'ulcères sanieux. Ce fait est dû, d'après mes observations, à la présence de microbes dans les tumeurs myxosporidiennes.

Pfeiffer (1) y a signalé l'existence d'un grand bacille mobile muni d'un

(1) L. Pfeiffer, *Die Protozoen als Krankheitserreger*, 2e Auflage. Jena, 1891.

flagellum. J'ai observé également un grand bacille que j'ai toujours trouvé immobile et, plus rarement, des *cocci*, tantôt isolés, tantôt réunis sous forme de streptocoques ou de diplocoques et pouvant se montrer seuls ou coexister avec le bacille.

» Il faut, je crois, regarder ces différents microbes comme les agents de la transformation puriforme et comme la cause de l'ouverture des tumeurs chez le Barbeau. Dans les cas où l'on peut constater leur présence, le processus de prolifération conjonctive ne peut se produire, ou du moins il ne peut s'achever. Le tissu musculaire et le tissu conjonctif sont mortifiés, pour ainsi dire digérés, et le contenu de la tumeur, devenu liquide, ne tarde pas à se faire jour à l'extérieur après destruction des téguments.

» *En résumé*, chez le Barbeau, d'après mes observations, la présence de Myxosporidies dans les faisceaux primitifs des muscles amène la dégénérescence vitreuse de ces éléments.

» Les faisceaux dégénérés disparaissent sous l'action de cellules phagocytaires qui, par la suite, s'organisent en tissu conjonctif qui emprisonne les spores du parasite dans des sortes de kystes fibreux.

» Certains microbes, trouvant dans le tissu dégénéré un terrain favorable, s'y développent et amènent la mortification et la fonte puriforme de ce tissu et du tissu conjonctif voisin.

» Le rôle de ces microbes me semble nettement établi par mes observations. Je ne fais que le signaler ici, et j'espère pouvoir donner bientôt une étude plus complète de ces organismes. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'appareil maxillaire des Euniciens* [1]. Note de M. **Jules Bonnier**.

« Quelques auteurs, Claparède et Grube entre autres, ont déjà critiqué la classification proposée par Ehlers pour les Annélides de la famille des Euniciens et basée, comme on sait, sur l'appareil maxillaire, principalement sur la structure de la mâchoire supérieure. Celle-ci, chez les *Labidognatha,* se compose de deux branches divergentes et symétriques, supportées par deux pièces de soutien (Träger), armées à leur base d'une paire d'énormes dents formant pince (Zange), puis de dents proprement dites (Zähne) et, à l'extrémité distale, de pièces chitineuses plus réduites,

(1) Travail du Laboratoire de Zoologie maritime de Wimereux-Ambleteuse.

les unes en forme de plaques en scie (Sägeplatten), les autres en forme de plaques en râpe (Reisplatten). Dans l'autre groupe, les *Prionognatha*, il n'y a plus, sur les branches de la mâchoire supérieure qu'une série de denticules plus ou moins semblables (les *Kieferzähne* d'Ehlers). On a objecté à cette classification qu'elle n'était pas naturelle, car on observe tous les passages entre les deux groupes et en outre, dans des genres certainement très proches à tous les autres points de vue, on trouve des armatures très différentes.

» Il y a plus : dans une même espèce, selon l'âge de l'individu examiné, on peut trouver les deux formes typiques invoquées par Ehlers pour justifier sa grande division des Euniciens.

» C'est ce que m'a démontré l'étude de l'appareil maxillaire d'un petit Eunicien fréquent à Wimereux, l'*Ophryotrocha puerilis*, découvert à Naples par Claparède et Metschnikoff, et remarquable par la persistance, même chez l'adulte, du caractère larvaire des bandes de cils vibratiles entourant chacun des somites.

» Dans les individus très jeunes, ne comptant que quatre segments sétigères, chaque branche de la mâchoire supérieure porte huit dents de même grandeur, les quatre premières avec le bord interne denticulé, les autres plus minces, en forme de plaques à bord finement découpé en dents de scie : c'est une mâchoire de *Prionognatha*.

» Cette première armature se détache et tombe, pour être remplacée par une autre à peu près semblable, que l'on voit se former de part et d'autre de la première, alors que celle-ci fonctionne encore, sous forme de deux branches de chitine mince avec huit paires de crêtes épaissies, rudiments des dents futures; l'animal compte alors de dix à quinze segments sétigères : c'est encore un *Prionognatha*.

» Puis, quand l'Annélide compte près de vingt segments sétigères, on voit se former, par un même processus, une troisième mâchoire, celle-ci bien différente. La première dent, à la base de la mâchoire supérieure, prend un accroissement considérable et forme avec la dent symétrique une véritable pince (Zange); les autres conservent leur forme primitive et sont refoulées aux extrémités distales de l'armature maxillaire, où elles forment les plaques en scie et en râpe décrites par Ehlers. On trouve ainsi des individus présentant sur un même exemplaire une mâchoire interne, caduque, de *Prionognatha*, tandis que de chaque côté se voit l'ébauche de la mâchoire définitive avec la forme typique des *Labidognatha*.

» Quand l'Eunicien est adulte, ou du moins qu'il est arrivé à maturité sexuelle (il compte alors vingt-trois segments et plus), l'appareil maxillaire atteint son complet développement : la première paire de dents forme une pince énorme, visible à l'œil nu sur l'Annélide qui mesure à peine quelques millimètres; les sept autres paires, très réduites, mais encore bien distinctes, sont comprimées les unes sur les autres tout à l'extrémité des branches de la mâchoire.

» La mâchoire inférieure, beaucoup plus simple, n'est pas soumise à ces modifica-

tions : elle ne fait que croître avec l'âge, mais son fonctionnement prolongé fait disparaître chez l'adulte les denticules qui ornent sa surface dans la larve.

» Ces modifications successives n'ont été qu'entrevues par les zoologistes qui ont rencontré cette Annélide, et, comme le processus que nous venons d'indiquer n'a pas été suivi, chacun a critiqué la description de ses devanciers ou a conclu à l'existence d'une espèce ou d'un genre nouveau.

» Décrite pour la première fois en 1869 à Naples par Claparède et Metschnikoff, l'*Ophryotrocha puerilis* a été retrouvée à Kerguelen en 1878 par Studer qui en fit une espèce nouvelle (*O. Claparedii*), puis au Groenland, deux ans plus tard, par Levinsen, qui l'appelle *Paractius littoralis*. A Madère, Langerhans, en 1884, la prend pour une espèce nouvelle de *Staurocephalus* et la nomme *S. minimus;* sur les côtes anglaises, à Saint-Andrews, Mac-Intosch la fait rentrer dans le même genre et en fait son espèce *S. Siberti*. En 1886, Viguier la retrouve à Alger et Marenzeller à Jan Mayen. Puis elle est signalée dans la Manche à Dinard, par de Saint-Joseph (1888), qui la considère comme une espèce nouvelle du genre établi par Levinsen, *Paractius mutabilis;* c'est sous ce nom que Malaquin, en 1890, la retrouve dans le Boulonnais, la même année que Giard, qui lui donne son véritable nom. Enfin Monticelli vient de la retrouver à Naples, vivant en commensale dans la cavité du corps d'une Holothurie.

» Malheureusement le cycle évolutif de cet intéressant Eunicien présente bien des lacunes : le mâle n'a encore été vu par personne et l'on ne peut décider si l'on est en présence d'un cas de néoténie, c'est-à-dire de la persistance d'un caractère larvaire chez un adulte, ou d'un cas de progénèse, c'est-à-dire d'une larve arrivant à maturité sexuelle avant l'âge adulte (1). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le parfum des Orchidées* (2). Note de M. **Eugène Mesnard**, présentée par M. Duchartre.

« Les Orchidées sont, comme on le sait, des plantes très odorantes. Les parfums les plus exquis, comme les odeurs les plus désagréables,

---

(1) Les conclusions de cette Note préliminaire seront développées dans un Mémoire avec planches, dans le prochain volume (t. XXV) du *Bulletin scientifique* du professeur Giard.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne sous la direc-

peuvent se rencontrer dans des espèces quelquefois très voisines. Quelques-unes imitent avec une très grande perfection les parfums bien connus de la rose, du jasmin, de la violette, de la cannelle, etc.; d'autres ont une odeur beaucoup plus spéciale, généralement agréable, mais qu'il est plus difficile de définir. On a plusieurs fois cherché à faire un classement parmi ces odeurs afin de pouvoir les comparer, mais toutes les tentatives qui ont été faites dans ce sens ont échoué par suite de l'impossibilité où l'on se trouve d'avoir des échantillons en quelque sorte comparables à eux-mêmes. Une même fleur d'Orchidée dégage, en effet, des odeurs sensiblement différentes suivant qu'on l'observe le matin ou le soir; qu'elle est exposée au soleil ou à l'ombre, ou bien encore qu'elle a été cueillie fraîchement épanouie ou déjà passée. On a même pu observer une périodicité très remarquable dans le dégagement du parfum de certaines Orchidées; mais ce phénomène n'a pas encore été expliqué.

» Je me suis proposé de rechercher si des particularités anatomiques, ou une distribution spéciale des huiles essentielles dans les cellules de ces fleurs odorantes, pouvaient fournir des indications sur les causes qui produisent de telles modifications dans le mode de dégagement du parfum. Mais, n'ayant pas eu jusqu'ici la possibilité de pouvoir examiner pendant de longues journées des Orchidées exotiques vivantes, je ne saurais formuler, pour le moment, que des hypothèses sur le dégagement périodique des odeurs.

» Les fleurs d'Orchidées que j'ai examinées ont été soumises aux procédés de technique microscopique que j'ai déjà fait connaître dans une Note précédente ([1]).

» Comme chez les autres fleurs odoriférantes, j'ai trouvé l'essence localisée dans les cellules papilliformes de l'assise épidermique des différentes pièces florales.

» Mais la répartition de l'essence est loin d'être uniforme. Dans les fleurs d'Orchidées odoriférantes, on trouve presque toujours de l'essence dans les cellules épidermiques de la face interne des sépales, des pétales ou du labelle, et avec cette particularité qu'elle est généralement plus abondante

---

tion de M. Gaston Bonnier. Je dois presque tous les échantillons que j'ai examinés à l'exquise amabilité de M. Lucien Linden, Directeur des serres d'acclimatation du Parc Léopold, à Bruxelles.

([1]) E. Mesnard, *Recherches sur le mode de production du parfum dans les fleurs* (*Comptes rendus*, 21 novembre 1892).

dans les cellules situées dans les parties marginales de ces mêmes pièces florales. Parfois les cellules à essence se retrouvent en même temps à la face supérieure dans les parties marginales correspondantes : le centre des pièces florales, du labelle principalement, en étant dépourvu. Cette distribution de l'essence est facile à observer dans un bouton, non encore entr'ouvert, de *Mormodes punctatum* par exemple. Enfin il peut exister une quantité notable d'essence dans les cellules de la partie centrale de la face externe des sépales ou des pétales.

» Dans ce dernier cas, c'est-à-dire lorsque l'essence se trouve en assez grande abondance dans les cellules épidermiques de la face externe des pièces florales, on peut observer que le contenu cellulaire est très abondant et qu'il renferme aussi, avec de nombreux globules d'huile grasse, une quantité notable de composés tannoïdes. Il semblerait alors que, dans ces circonstances particulières, l'essence soit moins rapidement élaborée et puisse être portée vers la face externe des pièces florales, entraînée peut-être par l'huile grasse. Au contraire, lorsque les sucs et les composés tannoïdes sont en petite quantité, l'essence se rencontre de préférence dans les cellules de la face interne. Mais l'odeur répandue par la fleur n'est pas la même dans les deux cas, et il devient très important de faire intervenir cette notion de la présence d'un contenu cellulaire plus ou moins abondant dans l'explication des phénomènes complexes d'où résulte l'odeur dégagée par une fleur.

» L'essence des Orchidées dérive de la chlorophylle comme chez les autres fleurs, mais les transformations sont quelquefois difficiles à saisir. Les pigments qui colorent les fleurs sont fréquemment localisés dans les cellules à essence, mais ils sont indépendants et peuvent se rencontrer dans d'autres cellules.

» Comme on le voit, les Orchidées n'offrent pas, à proprement parler, de particularités spéciales qui puissent les distinguer des autres plantes odoriférantes. La production du parfum est due très probablement à une oxydation de l'huile essentielle favorisée, comme on le sait, par la présence de la lumière du jour. En réalité, le phénomène d'oxydation agit en même temps sur les produits encore incomplètement élaborés et de composition variable que renferme la fleur, d'où il suit que l'odeur qui se dégage dans chaque cas n'est jamais qu'une résultante susceptible de varier beaucoup.

» Mais la lumière du jour tend en même temps à détruire les produits odorants et à les transformer en baume ou en résine. De plus elle nuit à la turgescence des tissus et empêche l'arrivée de nouveaux matériaux. Il

en résulte que les conditions les plus favorables au dégagement du parfum doivent se rencontrer le matin et le soir, parce qu'on trouve, à ces moments de la journée, des produits élaborés en assez grande abondance et une lumière suffisamment faible pour n'être pas destructive. De plus, on remarquera que le matin l'odeur doit être plus forte, quoique généralement moins agréable, parce que les matières tannoïdes ont été formées en plus grande quantité pendant la nuit.

» Des considérations physiologiques analogues doivent très probablement s'appliquer aux fleurs d'Orchidées dont le dégagement périodique a été bien constaté.

» *En résumé*, les fleurs d'Orchidées odoriférantes ne présentent pas de dispositions anatomiques spéciales susceptibles de les distinguer des autres fleurs qui émettent des parfums. L'essence se trouve généralement localisée dans les cellules épidermiques de la face interne des pétales ou des sépales. Toutefois, dans les fleurs qui renferment dans leurs cellules une assez grande quantité d'huile grasse et de sucs végétaux, on rencontre également de l'essence dans les cellules de la face externe des mêmes pièces florales.

» Si l'on tient compte de l'importance relative du contenu cellulaire et de sa richesse plus ou moins grande en composés tannoïdes dans les fleurs d'Orchidées, on peut s'expliquer quelques-unes des particularités singulières que l'on peut constater dans le mode de production du parfum, telles que les modifications dans l'intensité et dans la nature même du parfum à différents moments de la journée, le matin et le soir principalement. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches expérimentales sur la môle et sur le traitement de cette maladie.* Note de M. **Julien Costantin**, présentée par M. Duchartre.

« J'ai d'abord étudié la question de la culture sur les places neuves.

» *Culture sur les places neuves.* — J'ai cultivé le Champignon de couche en quatre points de mon laboratoire (cave, hangar, atelier, serre), où l'on n'avait jamais fait pousser de Champignons. Sur aucun de ces points je n'ai vu apparaître de môles; cependant le fumier, le blanc et la terre venaient de champignonnistes chez lesquels la maladie sévit avec intensité.

» *Production expérimentale de la maladie.* — Ce premier résultat établi,

je suis parvenu à inoculer le mal à une face d'une meule en versant dessus les conidies du *Verticillium* à petites spores; j'ai obtenu ainsi la forme commune de la maladie avec *Verticillium* et *Mycogone*. La seconde face de la meule précédente et deux meules voisines sont restées saines.

» J'ai atteint le même but en recouvrant les meules de vieilles terres ayant servi à couvrir des couches sur lesquelles il y avait eu beaucoup de môles. La maladie prend, dans ce cas, une intensité extraordinaire, et sur ces places il y a des centaines de Champignons malades et souvent pas un individu sain.

» *Rôle des dégobtures dans les carrières.* — L'expérience précédente, qui est si nette, démontre d'une manière éclatante le rôle néfaste que jouent les vieilles terres ou dégobtures que les champignonnistes accumulent dans leurs carrières. On ne saurait trop insister sur ce point : la présence des dégobtures dans les carrières constitue un grave danger pour le Champignon et, partout où cela est possible, il faut faire sortir ces terres des souterrains.

» *Essai de traitement des dégobtures.* — J'ai essayé de désinfecter les dégobtures précédentes, afin de voir si l'on ne pourrait pas les utiliser de nouveau dans les cultures ultérieures du Champignon.

» J'ai étalé ces terres en couche mince et, après arrosage, j'ai fait brûler du soufre dans la pièce où elles se trouvaient. Puis j'ai gobté de nouvelles meules avec ces terres. Au début, il n'a pas poussé un seul Champignon, tandis que les dégobtures non traitées étaient couvertes de môles et les nouvelles terres de Champignons sains. A la fin de l'expérience, il a poussé quelques individus sains sur ces dégobtures désinfectées. La désinfection des terres est donc efficace, mais l'utilisation des vieilles terres n'est pas possible, car la récolte serait réduite.

» *Méthode pour entraver l'extension du mal.* — A l'aide de la méthode des dégobtures indiquée plus haut, j'ai créé, dans une carrière saine, six foyers intenses de maladie. Afin de ne pas détruire toute la récolte de la carrière, ce qui m'aurait obligé de payer au champignonniste chez lequel j'opérais une grosse indemnité, je me suis efforcé d'enrayer l'extension du mal.

» J'ai agi d'après deux procédés : 1° en un point, j'ai fait enlever les Champignons malades et la terre qui les recouvrait et j'ai arrosé le fumier avec du lysol à 2 pour 100. J'avais trouvé, en effet, avec M. Dufour [1],

---

[1] Costantin et Dufour, *Congrès de Pau de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, septembre 1892.

que cette substance détruit le parasite de la môle. Ayant ensuite recouvert ce fumier de terre nouvelle, j'ai constaté que rien ne repoussait en ce point.

» 2° Sur les cinq autres places, j'ai laissé les môles sur la meule et j'ai arrosé avec du lysol à 2 pour 100. Les Champignons malades ont été détruits, et il n'a rien repoussé sur ces cinq places, sauf deux touffes d'Agarics : la première, composée d'individus sains; la seconde, formée d'individus malades en un point où, par suite d'insuffisance de lysol, on avait mis moins d'antiseptique qu'ailleurs.

» L'apparition d'une touffe de Champignons sains à une place où il n'y en avait pas un primitivement plaide bien en faveur de l'efficacité du lysol contre la môle. En tout cas, grâce à ce traitement énergique, la récolte saine de la carrière a été préservée en grande partie, et je n'ai eu qu'une faible indemnité à payer pour cette expérience dangereuse.

» Je pense, d'après cela, que le lysol pourrait servir à détruire localement les foyers de môle que l'on découvrirait dans une carrière. De nouveaux essais devront être entrepris plus en grand, afin de voir si les vapeurs de lysol ne nuisent pas au Champignon adulte ou en formation. Mais, avant de combattre le parasite sur les meules, il est indispensable de le détruire dans la carrière vide. Il faut procéder pour cela à une désinfection de la cave.

» *Désinfection par l'acide sulfureux.* — Je ne possède pas encore actuellement le résultat de tous les essais de désinfection que j'ai pu faire avec l'acide sulfureux. Je crois cependant pouvoir tirer des renseignements encore incomplets que je possède les conclusions suivantes :

» 1° La désinfection par l'acide sulfureux ne nuit pas à la culture;

» 2° La maladie n'existe pas ou très peu au début, la désinfection est efficace; la maladie peut apparaître pendant la culture, mais elle est probablement importée par les ouvriers venant de carrières contaminées;

» 3° Il y a diminution sensible du mal;

» 4° La récolte est plus élevée que la moyenne.

» *Désinfection par le bisulfite de chaux.* — Ce procédé serait efficace s'il n'était dangereux. J'ai été assez souffrant à la suite des expériences pendant lesquelles je l'avais employé et j'ai dû payer une indemnité à un ouvrier qui m'avait aidé. Il y a lieu d'attirer l'attention des médecins sur cet antiseptique qui a une action très remarquable sur la muqueuse pulmonaire.

» *Désinfection par le lysol.* — Bien que je possède seulement le résultat

d'une expérience sur l'action du lysol à la dose de 2,5 pour 100 comme désinfectant, les faits observés sont si nets et si importants que je crois devoir cependant les publier :

» 1° D'abord la fermentation du fumier monté en meules est retardée et la chaleur développée dans la couche est utilisée par le Champignon quand il se forme. C'est un résultat que le praticien qui a suivi mes essais considère comme excellent.

» 2° En second lieu, le développement du moucheron (*Sciara ingenua*) est entravé, et cet effet indirect a une valeur considérable pour la culture.

» 3° La môle existe en quantité négligeable vis-à-vis des Champignons sains. Au début, il y avait un seul Champignon malade près d'un endroit où un éboulement s'est produit et où les dégobtures ont pu être remaniées. Depuis il s'est développé de la môle en cinq places seulement, probablement par propagation, car ces places sont dans le voisinage de la première. En aucun point, on ne voit de môle contre les murailles, ce qui arrive toujours dans les carrières vieilles et jamais dans les carrières neuves.

» 4° Le rendement est considérable ; on voit sur ces meules une quantité prodigieuse de Champignons, tandis que dans une cave voisine remplie du même fumier, lardée de même blanc, le rendement est extrêmement faible et le moucheron existe partout.

» La cave traitée par le lysol était particulièrement favorable pour l'expérience, car la môle y avait sévi précédemment avec une extrême intensité. Si la culture y avait été faite sans changement, c'était la ruine à brève échéance, tandis qu'actuellement les frais d'installation ont été couverts par quinze jours de récolte. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Une maladie de la Barbe de capucin.* Note de M. **Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« La culture de la Chicorée étiolée en cave pour produire la salade d'hiver, connue sous le nom de *Barbe de capucin,* a pris autour de Paris une importance considérable. Elle a pour les maraîchers un intérêt très grand, en ce qu'elle leur permet d'utiliser leur personnel pendant la mauvaise saison.

» Les Chicorées sont semées dans les champs au mois d'avril ; au mois de novembre, quand les froids ont détruit les salades vertes, on commence

à déplanter les pieds de Chicorée que l'on veut étioler; on les réunit en grosses bottes, après avoir rhabillé les racines et coupé les tiges à $1^{cm},50$ du collet et on les place sur une couche de fumier, dans des caves où l'on maintient une température constante de 25°, en chauffant avec des poêles quand cela est nécessaire. On arrose les plants deux fois par jour avec de l'eau fraîche. Dans ces conditions, la Barbe de capucin est obtenue en quinze ou vingt jours de forcement.

» Cette très intéressante culture a souvent beaucoup à souffrir d'une maladie que les étioleurs désignent sous le nom de *Minet*. Quand, par mégarde, on a mis dans une botte destinée à l'étiolement un pied de Chicorée déjà atteint du mal dans les champs, l'altération se propage dans la cave avec une extrême rapidité, envahissant d'abord toute la botte, puis les bottes voisines et bientôt la culture entière. En quelques jours, tous les pieds disposés pour l'étiolement pourrissent sous les atteintes du Minet.

» Dans un milieu humide et chaud, comme sont les caves à étioler, les pieds attaqués se couvrent d'un revêtement léger de filaments d'une grande ténuité, qui forme à leur surface un fin duvet blanc. C'est le mycélium du Champignon parasite qui cause la maladie en se développant à l'intérieur des Chicorées et qui, sous l'influence de l'humidité et de la chaleur, vient s'épanouir au dehors. Par places, les filaments de ce mycélium se pelotonnent à la surface des Chicorées malades en petites masses d'abord blanches, puis noires, qui sont de ces sortes de tubercules de Champignon que l'on nomme des *sclérotes*.

» On connaît déjà un parasite qui a une végétation fort analogue et qui attaque des plantes très diverses telles que Fèves, Haricots, Topinambours et aussi les tubercules des Carottes et des Topinambours. Ses sclérotes ont produit des apothécies de Pézize. C'est le *Sclerotinia Libertiana* Fuck.

» Il est probable que le parasite qui produit le Minet des Chicorées est une espèce sinon identique, car ses sclérotes sont constamment beaucoup plus petits, du moins très voisine. Je me suis assuré qu'il attaque très bien les Carottes et les jeunes Fèves.

» Désireux de tenter, dans mon laboratoire, des expériences de traitement contre le Minet, j'ai commencé par multiplier le mycélium parasite en le cultivant sur des Carottes qu'il couvre de son duvet blanc avant de le réduire en bouillie et je me suis servi de ces Carottes pour infecter de jeunes Fèves.

» J'avais fait semer des Fèves dans des pots. Dans chaque pot se trouvaient deux ou trois pieds; j'en ai traité un en pulvérisant à sa surface une solution de saccharate

de cuivre, puis j'ai placé à la base de la tige de chacune des jeunes Fèves, traitées ou non traitées, une petite Carotte, toute couverte de duvet blanc. Chaque pot fut recouvert d'une cloche. Au bout de quelques jours, le résultat était frappant. Au bas de la tige de chacun des pieds non traités se formait une tache noire montrant la place où l'infection s'était faite; là, le tissu était tué et la décomposition gagnait de proche en proche; bientôt toute la tige au-dessus du point d'infection devenait noire et molle, elle ne pouvait plus se soutenir et tombait sur le sol portant déjà à sa surface de jeunes sclérotes du parasite.

» Tous les pieds traités au saccharate de cuivre demeuraient droits, fermes et sains; le traitement les avait protégés contre l'infection.

» La constatation de l'action du saccharate de cuivre sur le mycélium d'un Champignon parasite me paraît un fait de grande importance pour la Pathologie végétale. Le peu d'efficacité de la bouillie bordelaise pour le traitement de l'Oïdium de la Vigne pouvait faire craindre que les sels de cuivre, capables de détruire les sporidies de la carie, les zoosphores des *Peronospora* et même les germinations de diverses conidies, ne fussent sans action sur un mycélium.

» Par sa grande puissance destructive pour les Champignons parasites, son immunité pour les feuilles les plus délicates que l'on traite, son adhérence parfaite, le saccharate de cuivre, tel que M. Michel Perret nous a appris à le préparer à très bas prix, est le meilleur des remèdes cupriques que j'aie encore expérimentés.

» Des essais de traitement vont être faits chez des producteurs de Barbe de capucin des environs de Paris; j'espère qu'ils vont démontrer l'efficacité pratique du saccharate de cuivre pour faire disparaître des caves des étioleurs la maladie du Minet qui leur a causé jusqu'ici de si grandes pertes. »

M. **Arm. Gautier**, à propos de la Note de M. Prillieux, fait les remarques suivantes :

« L'intéressante observation que vient de nous communiquer M. Duchartre au nom de M. Prillieux doit être généralisée, et je demande à l'Académie, sur un sujet qui n'est pas de ma compétence, la permission de lui faire part, cependant, d'observations dont j'ai été le témoin, faites sur une très grande échelle par mon frère M. Gaston Gautier, dans son domaine du Grand-Craboules, près Narbonne. Plantées dans un ancien marais asséché, sur un terrain bas et humide, ses vignes étaient atteintes, presque chaque année, par les moisissures de toute sorte qui, dans ces cli-

mats assez chauds de la France méridionale, pullulent sur les feuilles et le fruit avec d'autant plus d'activité que la végétation luxuriante de ces sols vierges entretient l'humidité constante de la terre et du sous-bois. Mais, depuis que la bouillie bordelaise, le saccharate de cuivre et l'ammoniure de cuivre ont été employés dans ces vignes *à dose élevée* dans le but de combattre le *mildew*, elles ont présenté une résistance inattendue et considérable à l'envahissement estival et automnal par les moisissures, si bien qu'à cette heure on a pu tenter avec succès de planter des terrains plus défavorables encore, terrains que j'ai vus sous l'eau dans mon enfance, où j'ai canoté et pêché, et dont on a relevé à peine le niveau par des apports de limons dus aux débordements de l'Aude. Mais ces riches récoltes ne peuvent être obtenues que si l'on a le soin de renouveler trois à quatre fois par an les pulvérisations de sels cupriques, non seulement sur le végétal, mais sur le sol, et particulièrement après l'enlèvement du raisin, dans le courant du mois d'octobre.

» Ces résultats démontrent encore, comme l'a fait observer déjà mon frère, que, grâce au drainage qui assèche le terrain et empêche mécaniquement l'ascension des eaux du sous-sol, toujours saumâtres sur les littoraux, grâce aussi à l'action antiseptique des sels de cuivre, plus de 40 000^{ha} de terrains semblables et non encore productifs, qui s'étendent dans les mêmes conditions de Port-Vendres à Toulon, peuvent être plantés en vignes et donner d'abondantes et saines récoltes. »

BOTANIQUE. — *Sur la morphologie du noyau cellulaire chez les Spirogyras et sur les phénomènes particuliers qui en résultent chez ces plantes.* Note de M. **Ch. Degagny**.

« L'emploi des acides dilués, minéraux ou organiques, comme l'acide chromique, l'acide azotique, l'acide picrique, qui sont tous d'excellents fixateurs dans certains cas, présente de graves inconvénients pour la fixation du noyau cellulaire. Cette Note, je l'espère, l'établira et pourra tout au moins, en ce sens, être utile aux observateurs. Les matières albuminoïdes qu'il renferme en grande quantité chez les Spirogyras, soit à l'état amorphe, soit à l'état figuré, sont précisément solubles dans ces réactifs. En outre, dans le noyau comme dans la cellule, les matières albuminoïdes subissent, à certains moments surtout, des changements rapides dans leur constitution, qui peuvent les amener à être solubles dans les acides faibles.

Ceux-ci font donc toujours disparaître l'un des éléments essentiels à l'observation. On se trouve alors en présence d'une réaction accomplie, que l'on ne peut analyser qu'à l'aide de l'un des éléments qui sont entrés en action. Il peut arriver même que tout le produit d'une réaction soit éliminé en étant dissous, et qu'il ne reste de constatable dans le noyau que les matières albuminoïdes, résidus de réactions antérieures, mis en contact et reconstitués après le phénomène. On ne voit donc absolument rien de ce qui s'est passé. Ces considérations ne sont pas inutiles, car, dans l'étude qui a été faite, par les meilleurs observateurs, des phénomènes qui se passent dans le noyau cellulaire, aussi bien chez les plantes les plus élevées que chez les Spirogyras, en employant les fixateurs acides, on est arrivé à supprimer soit les produits des réactions accomplies dans le noyau, soit l'un des corps nucléaires mis en présence. De sorte que, dans tous les noyaux examinés, on n'a pu recueillir que des faits insuffisants pour la reconstitution d'un phénomène suivi dans toutes ses phases.

» Les résultats contradictoires que j'ai obtenus avec les mêmes réactifs m'ont engagé à essayer l'un d'eux, le moins défectueux, mais corrigé par l'acide osmique, dont les effets sont si énergiques et si rapides.

» L'exposition qui va suivre montrera pourquoi on a encore moins vu dans les noyaux plus différenciés.

» Chez les Spirogyras, le filament de nucléine est déplié dans tout le noyau, englobé au centre de celui-ci par les matières nucléolaires qui recouvrent quelques-uns de ses replis où s'est condensée la nucléine soluble dans les acides concentrés. Ces mêmes matières nucléolaires restent toujours, *tout au moins en apparence,* extérieures au même filament dans les noyaux plus différenciés.

» Au moment de la division, chez les Spirogyras, tout le filament, toute la nucléine s'invagine au sein des matières nucléolaires réunies, à cause de leur cohésion propre, comme une goutte liquide, au milieu du noyau. C'est à ce moment, comme je l'ai dit, qu'il disparaît.

» Alors le noyau éclate, parce qu'il produit plus qu'avant l'*invagination totale.* Il éclate et il projette; donc il produit. Or les produits, *en sortant, sont obligés de traverser les matières nucléolaires, ce qu'ils ne font pas dans les noyaux où les matières nucléolaires restent extérieures au filament.*

» Chez les Spirogyras, les expulsions deviennent visibles, parce qu'elles sont augmentées des matériaux arrachés aux éléments en réaction qu'elles traversent; *et d'autant plus visibles que ces matériaux arrachés sont colorables.*

» Quand ils ont été arrachés, il s'agit, afin de les voir, de ne pas les dissoudre; car à l'état vivant on ne les voit pas au moment de leur production, le noyau s'emplissant, *quand il se gonfle,* d'éléments figurés et, en même temps, de *matières diffuses* et amorphes, à travers lesquelles on voit comme à travers une glace dépolie; tous les observateurs qui ont regardé ces phénomènes le savent fort bien.

» On ne peut voir les éléments figurés qu'en faisant disparaître les éléments diffus, en fixant l'algue, mais sans dissoudre les éléments figurés.

» M. Meunier a fixé l'algue avec les acides faibles : il a donc dissout les matières figurées. Il n'a vu que le filament, les bâtonnets, c'est-à-dire tout ce que l'on voit chez les noyaux plus différenciés.

» M. Strasburger a bien surpris quelques-uns de ces éléments figurés sur le *Spirogyra polytœniata,* en dedans et en dehors du noyau : ce qu'il n'avait pas constaté jusqu'alors. Mais, persuadé que le cytoplasme seul produit des matières protoplasmiques, il lui a attribué la formation des fils au dedans et au dehors; et, en effet, ceux qu'il a vus donnent les réactions des matières cytoplasmiques, tout en étant de même origine que ceux que j'ai montrés, *à la suite des boules,* formés dans le noyau. Ce sont des fils formés par les matières nucléaires et nucléolaires expulsées aux pôles, et lancés vers le noyau comme les autres ont été lancés par les boules, en dehors du noyau, vers sa membrane.

» Dans le noyau, les matières expulsées n'ont fait que commencer leur assimilation au contact du *suc cellulaire* qui y pénètre difficilement à travers la membrane, mais qui est à chaque instant modifié par les expulsions, qui devient alors *suc nucléaire.*

» Au contraire, dans la cellule, au contact du suc cellulaire et des matières solubles qu'elles y trouvent plus abondamment, les matières expulsées poussent plus loin leur assimilation et deviennent cytoplasmiques : elles acquièrent les réactions des mêmes matières contenues dans la cellule.

» Une preuve, parmi tant d'autres, que ces matières sont bien expulsées des pôles, qu'elles réalisent un phénomène identique à celui qui s'est passé dans le noyau et qu'elles forment de suite des fils plus solides que dans le suc nucléaire, c'est que ces fils, arrivant à la membrane, la traversent quand ils tombent à un endroit où elle est assez ramollie, et la repoussent quand elle est encore assez résistante, en formant, sur une coupe optique, comme des dents de scie très distinctes.

» Le nucléole produit donc des matières qu'il expulse et qui, finalement, sont l'origine des fils conducteurs destinés à assurer la marche des matières chromatiques nucléaires et nucléolaires restées dans le noyau; destinés par conséquent à assurer la reconstitution des deux moitiés de noyau sous l'intervention d'une force directrice, située, comme on l'a supposé, en dehors du noyau primitif. »

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte du* Mastodon Borsoni *en Roussillon*. Note de M. A. DONNEZAN, présentée par M. Albert Gaudry.

« La faune pliocène du Roussillon comprend un nombre déjà considérable (plus de 30 espèces) de Mammifères et autres Vertébrés terrestres. Les Proboscidiens n'y étaient jusqu'ici représentés que par une seule espèce, le *Mastodon arvernensis* (Cr. et Job.), dont les molaires et divers os du squelette ont été trouvés dans plusieurs gisements.

» Vers la fin de décembre 1892, au Mas Sauvy, près Villeneuve-de-la-Raho, non loin d'un point où l'on a déjà rencontré des fragments de la grande *Testudo perpiniana* et d'autres Vertébrés, des travaux de culture exécutés dans une vigne ont mis au jour une couche marneuse avec concrétions dures, au sein desquelles se trouvait enfouie une tête d'un *Mastodon Borsoni*.

» Grâce à l'intervention de M. E. Pépratx, qui avait déjà recueilli dans les environs de très intéressants fossiles, le travail de destruction commencé par les terrassiers a été arrêté, et, malgré l'état d'écrasement de la tête et la fragmentation du bloc calcaire qui la contenait, j'ai pu reconstituer la série des molaires supérieures des deux côtés, une défense et une portion de la région occipitale.

» La partie conservée de la défense mesure $1^{m},25$, bien que l'extrême pointe soit brisée; elle présente une courbure peu prononcée et une tendance à une torsion spirale vers la base; on n'y voit point de trace de la bande d'émail qui existe chez le *M. angustidens*.

» Les molaires peu usées ont le type tapiroïde caractéristique du *M. Borsoni*. La dernière compte quatre collines en crêtes transversales, plus un talon postérieur; la molaire intermédiaire qui la précède n'a que trois crêtes, les vallées de ces molaires sont entièrement libres et ne présentent aucune trace de denticules interlobaires.

» Ces caractères distinguent aisément ces molaires de celles du *M. arvernensis*, où les denticules ont une forme ronde et conique et dont les vallées sont fermées par un ou plusieurs denticules interlobaires.

» Il n'existe donc aucun doute sur la détermination de l'espèce qui appartient au groupe des Mastodontes à dents tapiroïdes, représenté dans le miocène par le *M. turicensis*, dans le pliocène par le *M. Borsoni*, dans le quaternaire d'Amérique par le *M. americanus*.

» Cette découverte m'a paru intéressante, parce qu'elle étend jusqu'au pied des Pyrénées la distribution géographique du *M. Borsoni*, qui n'était encore connu dans aucun gisement pliocène du midi de la France.

» On sait que cette espèce, compagne fidèle du *M. arvernensis*, a été trouvée jusqu'ici : en Angleterre, dans le crag rouge; en Italie, dans le pliocène supérieur du Val d'Arno; en Piémont et en Toscane; en France, dans le bassin du Puy et dans les minerais de fer de la Haute-Garonne et de la Côte-d'Or. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'emploi de cartouches solubles, dans les mesures et expériences océanographiques;* par M. **J. Thoulet**.

« En océanographie, lorsqu'on cherche à opérer des mesures ou à expérimenter au sein des eaux, on a continuellement besoin de faire exécuter un mouvement ou une série de mouvements à un appareil quelconque immergé et relié à la surface par un fil ou une ligne de sonde. On doit, par exemple, retourner un thermomètre à renversement, fermer une bouteille à recueillir l'eau, exposer des plaques sensibles à l'action des rayons lumineux ayant traversé l'eau, ouvrir un filet et ensuite le refermer. On s'est en général servi, dans ce but, d'un poids ou messager envoyé de la surface et qu'on laisse descendre le long du fil de sonde. Malheureusement, si le messager permet aisément de donner lieu à un mouvement, il est assez difficile, même par l'envoi d'un second messager, d'en produire un second. Je parviens à ce résultat à l'aide de cartouches solubles.

» Supposons une cordelette passée à travers un anneau rigide fixe, attachée, par l'une de ses extrémités, à un ressort ou déclic maintenant le filet fermé, et terminée, à son autre extrémité, par un cylindre résistant, en forme de cartouche, d'un diamètre plus large que l'anneau et qui, par conséquent, est retenu par lui. Quand le système sera immergé, si la cartouche est soluble, elle diminuera de volume et finira par disparaître. Le fil, cessant d'être retenu, franchira l'anneau, et le ressort, rendu libre, ouvrira brusquement le filet. Un flotteur, relié à la cordelette, pourra être libéré en même temps; guidé par un anneau, il remontera le long de la ligne de sonde et arrivera jusqu'à la surface où il annoncera le mouvement accompli au fond. Une seconde cartouche, plus lentement soluble et retenant un ressort antagoniste, ne déclenchera celui-ci que postérieurement; de sorte qu'après un intervalle de temps indiqué par l'apparition d'un nouveau flotteur, un mouvement inverse se produira et le filet se fermera.

» Le problème consiste donc à fabriquer des cartouches de solubilité déterminée, c'est-à-dire exigeant, pour se fondre, une durée connue et sensiblement invariable.

» J'ai fabriqué, avec un mélange d'argile de Vanves, de cendrée de plomb et de sucre, des cartouches cylindriques qui, selon la proportion respective des trois ingrédients composants, se fondent en un, deux et trois quarts d'heure. Elles sont traversées par une chaînette en cuivre, qui franchit facilement l'anneau de retenue dès que la dissolution est achevée. En réalité, cet anneau est une ouverture circulaire pratiquée à la base supérieure d'un cylindre creux en cuivre, solidement amarré à la ligne de sonde; celui-ci est en deux parties se pénétrant à frottement doux, l'une d'elles étant percée de trous afin de laisser accès à l'eau ambiante. Les cartouches sont essayées sous l'effet d'un poids de 2^{kg}. L'augmentation du poids augmente quelque peu la durée de la dissolution ainsi que le frottement de l'eau pendant la descente, frottement très atténué, d'ailleurs, par l'enveloppe cylindrique de cuivre. Ces variations n'ont pas une importance considérable, parce qu'elles agissent de même sur les deux cartouches sans modifier la différence de temps écoulé entre la dissolution complète de l'une et la dissolution complète de l'autre, et aussi parce que l'on est prévenu exactement de l'intervalle, grâce à l'arrivée successive des deux flotteurs à la surface.

» Le mode de fabrication des cartouches est très simple et néanmoins sa description détaillée serait assez longue. En effet, pour avoir une durée uniforme, ces cartouches doivent être faites avec un grand soin. Leur dessiccation, en particulier, exige beaucoup de lenteur. En procédant autrement, il se produit des fendillements et la cartouche, au lieu de se désagréger régulièrement, tombe en morceaux et met le ressort en liberté bien avant le temps fixé. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Température observée dans l'hiver de 1789 à Montbéliard.* Note de M. **Contejean**, présentée par M. Daubrée.

« Le minimum de — 30°, 2, observé à Montbéliard le 17 janvier dernier, a peut-être été dépassé dans l'hiver de 1788-1789. On trouve, en effet, la mention suivante dans le *Livre des noteaux,* registre officiel où étaient consignés les événements les plus remarquables survenus dans la Principauté :

» L'hiver de cette année 1789 a été le plus rigoureux dont on se souvienne de mémoires (*sic*) d'homme, puisque dès son commencement, vers le millieu de novembre 1788, le froid augmenta successivement au point que le thermomètre de Réaumur était le 19 décembre à 26°, le 30 et le 31 à 26°,5. Les jours suivants, le froid diminua et n'étoit plus le 2 janvier de 1789 que de 17°,5 ; enfin, le 9 janvier suivant nous avons eu le dégel.

» Or 26°,5 de Réaumur équivalent à 33°,1 centigrades. Que faut-il

penser de ce chiffre? Il y a cent ans, les thermomètres étaient au moins aussi défectueux que les instruments actuels de construction commune, qui s'accordent à 1° ou 2° près dans les vitrines où ils sont exposés en vente. Cependant une des principales causes d'erreur, qui est le déplacement du zéro, avait sans doute pour effet de le faire monter au-dessus du zéro de l'échelle, car on ne savait pas alors recuire le réservoir pour en empêcher la contraction. Il est encore possible, il est même probable que les lectures n'étaient point faites au moment précis du minimum, et il est absolument certain que l'instrument se trouvait installé dans l'intérieur de la ville, toutes circonstances de nature à réduire plutôt qu'à augmenter les indications minima. »

M. **Pellerin** adresse une Note relative à la production des images photographiques.

M. **Jary** adresse une Note relative aux abordages en mer.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 mars 1893.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Sixième série, mars 1893. Tome XXVIII. Paris, G. Masson, 1893; 1 fasc. in-8°.

Les Minéraux usuels et leur essai chimique sommaire, par M. F. Pisani. Paris, G. Masson, 1893; 1 vol. in-18.

La station quaternaire du Schweizersbild près de Schaffhouse (Suisse) *et les fouilles du Dr Nüesch;* par M. Marcellin Boule, agrégé de l'Université, docteur ès Sciences. (Extrait des *Nouvelles Archives des missions scientifiques et littéraires,* 1893.) Paris, Ernest Leroux, 1893; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Note sur la découverte de l'homme quaternaire de la grotte d'Antélias au Liban, par G. Zumoffen, S. J. Beyrouth, 1893; 1 broch. in-4°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Note sur la loi de variation du poids de la charpente des navires avec les dimensions et sur la limitation qui en résulte dans la grandeur absolue, par Augustin Normand. (Extrait du *Bulletin de l'Association technique maritime,* n° 3, session de 1892.) Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 broch. gr. in-8°.

Le Climat de Rio de Janeiro, par L. Cruls, directeur de l'observatoire de Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, H. Lombaerts et Cie, 1893; 1 vol. in-4°.

Palæontology : volume VIII. *An introduction to the study of the genera of Palæozoic Brachiopoda.* Part I, by James Hall, State Geologist and Palæontologist. Assisted by John M. Clarke. Albany (N. Y.), C. Van Benthuysen and sons, 1892; 1 vol. in-4°.

Annuario publicado pelo observatorio do Rio de Janeiro para o año de 1892. Oitavo anno. Rio de Janeiro, H. Lombaerts et Cie, 1892; 1 vol. in-12.

Atti della fondazione scientifica Cagnola dalla sua instituzione in poi volume nono che abbraccia l'anno 1889. Milano, 1890; 1 vol. in-8°.

Die Trisection der Winkels, von Nicolaus Fialkowski. Wien, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

Die einheitliche Konstruktion der drei Kegelschnittslinien mittelst der durch zwei Parallelen begrenzten Transversalen, von N. Fialkowski. Wien, 1874; 1 broch. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 27 février 1893.)

Note de M. *J. Bouillot,* Des alcaloïdes de l'huile de foie de morue :

Page 441, ligne 2, *au lieu de* élimination de ces mêmes toxines, *lisez* élimination incomplète de ces mêmes toxines.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 MARS 1893.

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le tome CXIV des *Comptes rendus* (1er semestre 1892) est en distribution au Secrétariat.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la vraie théorie des trombes et tornados à propos de celui de Lawrence, Massachusetts.* Note de M. **H. Faye**.

« Les *Annales de l'observatoire du Harvard College*, vol. 31, contiennent d'intéressants articles de M. W.-M. Davis et Helm Clayton sur les tornados et spécialement sur celui qui a ravagé la ville de Lawrence, le 26 juillet 1891 à 9h du matin. Ce phénomène a vivement frappé les observateurs par ses mouvements de descente vers le sol, succédant rapidement

à des mouvements de retrait vers les nues. Pendant les premiers, ceux où le tornado se trouvait en contact avec le sol, un bruit formidable se faisait entendre, les arbres étaient arrachés ou brisés, les maisons détruites. Pendant les seconds, lorsque le tornado s'élevait dans les airs, nulle trace d'action destructive, rien ne faisait sentir les girations furieuses qui régnaient dans son intérieur. Je rapporte ici les faits constatés, en traduisant simplement le récit de M. Clayton.

» Il descendit sur le sol à $\frac{1}{4}$ de mille au sud-ouest de Lawrence, dans un verger qu'il ravagea. Puis il passa sur le terrain du Cricket-Club dont il renversa les barrières.

» Les vents destructeurs se relevèrent, mais ils se reprirent à descendre de nouveau avant de croiser un bras du Merrimac River à l'entrée de la ville; là ils se bornèrent à étêter quelques arbres.

» Lorsque le tornado vint à croiser la rivière, les vents destructeurs descendirent jusqu'au sol. Arbres arrachés, maisons démolies. Une d'entre elles, en charpente, fut retournée sens dessus dessous. Après quoi le tornado s'éleva de nouveau dans les airs et passa sur une des parties les plus peuplées de la ville. On n'y remarque pas la moindre trace de son passage, même sur les plus frêles structures.

» Un mille plus loin, le tornado recommença à descendre. Le premier objet attaqué a été le clocher de l'église catholique dont la toiture fut enlevée. Immédiatement après, les vents touchèrent le sol, détruisant en partie le pont du chemin de fer, tuant deux personnes et démolissant une habitation.

» Peu après le tornado se relève : impossible d'en trouver la moindre trace sur tout l'espace suivant; mais les effets destructeurs redeviennent visibles lorsqu'il atteint la partie de la ville voisine de l'Union Park. Là, il s'est montré dans toute sa force en passant sur la Springfield Street, en détruisant les maisons et en tuant les habitants. Il continua ses ravages dans l'Union Park même où il brisa un grand nombre d'arbres et de maisons en charpente.

» Puis il se releva de nouveau après avoir parcouru une ligne de dévastation de $\frac{1}{2}$ mille sur une largeur de 200 ou 300 toises; $\frac{1}{2}$ mille plus loin, le tornado descendit sur le faubourg de North Andover et y fit les mêmes ravages.

» Il se releva de nouveau. A Newburyport le passage du tornado ne fut plus indiqué que par le mouvement reconnaissable des nuées.

» De Lawrence à Newburyport, il y a 17 milles. Ainsi dans ce court espace le tornado exécuta quatre descentes et quatre ascensions, et ce, à raison de 1 mille par minute (27^{m} par seconde).

» Ces phénomènes ont frappé les esprits, à Lawrence, parce que les tornados sont rares dans la Nouvelle-Angleterre, au rebours de beaucoup d'autres États où ils sont très fréquents. Mais ils ne sont pas particuliers aux États-Unis; en France, on les a remarqués plus d'une fois, témoins les tornados d'Assonval (1822), de Monville-Malaunay (1845), de Vendôme

(1871), de Moncetz (1874), etc. Ce qui frappe surtout les témoins, c'est cette particularité constante que la trombe ou le tornado, quand il s'élève, cesse totalement d'agir au-dessous de lui et ne fait même pas sentir sa présence par un simple souffle.

» Ce ne sont point là des phénomènes extraordinaires. Lorsqu'on assiste à la formation d'un tornado, on voit pendre des nuées des espèces de lanières verticales ou de sacs allongés comme par une pierre qui en lesterait l'extrémité. Ce sont des girations intestines qui commencent à se manifester, et comme ce début est toujours le même, tandis que le sol ne présente rien de particulier, il en résulte évidemment que les tornados commencent par en haut. Si ces girations viennent à se combiner, à se composer en une seule où se réunissent leurs actions, un tornado se forme et descend de plus en plus sous forme d'un cône, la pointe en bas, pendant constamment du nuage par son embouchure.

» Rien dans ces préparatifs n'indique la moindre action violente. Mais si le tornado touche terre, alors les girations furieuses qui s'agitent dans son sein se manifestent; ses spires peu inclinées agissent sur les obstacles que le sol leur oppose. Ces obstacles sont renversés, brisés, détruits presque instantanément pendant que le tornado poursuit sa route, celle du nuage qui le porte et d'où il dépend.

» J'ai assimilé ces phénomènes à ceux d'un tourbillon à axe vertical qui naît dans un cours d'eau et se propage vers le bas, en se rétrécissant sans cesse, tout en suivant le fil du courant. Lorsque la giration augmente, c'est-à-dire quand les inégalités de vitesse du courant générateur s'accumulent, il descend et bientôt il atteint le fond (le lit du fleuve) et l'affouille. Quand la giration diminue, il remonte et finit même par s'effacer quand il cesse de tourbillonner.

» Rien de plus simple assurément que cette explication déduite des lois des tourbillons des cours d'eau. Elle s'applique indifféremment aux trombes, aux tornados, aux cyclones (*mutatis mutandis*). Mais aux États-Unis, les météorologistes, et en tête Espy, Loomis, Ferrel, qui font loi en ces matières, partent d'une autre idée diamétralement opposée. Pour eux, tous ces phénomènes sont dus à des mouvements ascendants qui débutent au ras du sol, dans un air parfaitement tranquille, lorsque cet air vient à prendre une température anormale au contact du sol surchauffé. L'air alors monte et son ascension est favorisée par l'humidité qu'il entraîne, car cette humidité se condense dans les régions supérieures et tend à réchauffer cet air par la chaleur libre qui résulte de sa condensation. L'air

qui le remplace par en bas se précipite horizontalement, au ras du sol, par des courants centripètes, dans l'espèce de vide qui se produit comme par un tirage vertical et va alimenter ainsi, en se relevant, une haute colonne d'air ascendant. Cette colonne, d'après ces auteurs, enlève les corps légers et même les corps lourds, pompe l'eau de la mer ou des étangs et produit, en définitive, tous les effets qu'on attribue aux trombes, aux tornados, et même aux cyclones.

» Mais, bien que cette explication ait satisfait tout d'abord les météorologistes, qui ne se sont pas montrés bien difficiles, il a bien fallu tenir compte de deux phénomènes longtemps négligés, à savoir le mouvement rapide de translation dans un sens déterminé et leur giration encore plus rapide. On a donc dû replâtrer l'hypothèse première pour satisfaire à ces deux conditions indéniables.

» Or il n'y a qu'un seul moyen d'y satisfaire, c'est de placer dans les couches supérieures de l'atmosphère la cause déterminante de la giration et de la translation; seulement on retombe ainsi forcément sur ma théorie et il faut se résigner à renoncer aux mouvements ascendants, aux courants de convection allant du sol jusqu'aux nues.

» Voici le biais incroyable qu'ils ont imaginé pour conserver tout cela. Supposons une colonne ascendante rencontrant quelque part, dans les régions élevées de l'atmosphère, une giration horizontale préexistante aussi faible que l'on voudra : la colonne d'air prendra évidemment ce mouvement giratoire, et, en même temps, elle sera entraînée par le mouvement de la couche nuageuse. Mais n'allez pas croire que la colonne ascendante ne revête cette giration qu'après avoir traversé la couche de nuages où elle l'a rencontrée. Nullement, la giration s'y produira au contraire en dessous, d'une manière rétrograde pour ainsi dire, et, tout en se propageant vers le sol, pas une particule d'air ne descendra en réalité. Autrement dit, la colonne d'air ne cessera pas d'être ascendante : elle sera simplement parcourue de haut en bas par une giration de plus en plus rapide, mais sans transport de matière de haut en bas.

» Cette conception me semble prouver que ses auteurs et ceux qui l'adoptent n'ont pas une idée bien nette des mouvements tourbillonnaires. Pour qu'on ne suppose pas que j'exagère, je traduis le passage suivant d'un des auteurs que j'ai cités à propos du tornado de Lawrence, M. W.-M. Dawis.

» La propagation vers le bas de la giration produite par le nuage dans lequel le tornado se forme est un caractère si constant de ces phénomènes, qu'il a été interprété

à tort par plusieurs comme une preuve que l'action centrale d'un tornado est descendante. Les faits bien connus de l'ascension d'objets pesants enlevés du sol contredisent cette opinion; d'un autre côté, l'explication de la descente *apparente* des girations des tornados a été depuis longtemps donnée, d'une manière élégante, il y a près de cent ans par Franklin. Il disait : une trombe paraît descendre d'un nuage, quoique les matériaux qui la composent soient toujours ascendants, parce que l'humidité se condense plus vite le long de la droite qui va vers le bas, que les vapeurs elles-mêmes qu'elle entraîne ne peuvent monter en spirales vers le haut.

» Ainsi le seul obstacle qui empêche l'adoption de ma théorie, c'est l'idée que les trombes et les tornados aspirent vers les nues les corps pesants. Voici à ce sujet les faits observés dans le tornado de Lawrence.

» M. Lyons, habitant d'Emmet Street que le tornado frappa d'abord, fut enlevé de terre et projeté vers le sol. (On ne dit pas qu'il ait été tué ni même blessé; par conséquent, il n'a été projeté ni de bien loin ni de bien haut.)

» Un cocher s'aperçut que sa voiture se soulevait et que ses chevaux perdaient pied. Il sauta de son siège pour les saisir à la tête et les tenir en repos jusqu'à ce que la vague de vent fut passée.

» Deux autres hommes racontent qu'ils ont été enlevés et portés à quelque distance. L'un d'eux fut précipité contre une barrière. Un autre, habitant de la Springfield Street, dit que son cheval a été enlevé et entraîné à une petite distance.

» Dans la Springfield Street une maison en bois à un étage a été retournée sens dessus dessous, et se retrouva le toit en bas sur ses fondations de pierre, faiblement déplacée par rapport à ces fondations. Apparemment la maison avait été enlevée et retournée en l'air avant de retomber.

» Un mouvement ascendant de l'air qui a suffi pour enlever des hommes, des chevaux et des maisons doit avoir été très rapide, et sa composante verticale doit avoir dépassé 100 milles par heure (45^{m} par seconde).

» Des planches, des plâtras ont été retrouvés hors des limites de destruction dans l'Union Park. Ils ont été probablement enlevés en haut dans ce tourbillon et rejetés à son sommet.

» Il faut convenir que les vents de giration qui sortent obliquement avec furie en se réfléchissant sur le sol sont bien capables de tous ces effets; ils ont pu projeter des hommes contre des barrières, faire perdre pied à des chevaux et même les entraîner à de certaines distances, bouleverser une maison en bois à un étage. Ils en sont bien capables quand on songe que leur vitesse peut atteindre la moitié de celle d'une balle de fusil, et il n'est pas nécessaire d'imaginer que les hommes, les chevaux et les maisons soient enlevés verticalement par un courant ascendant, allant du sol au sommet de la nue.

» Pour ma part j'ai examiné tous les récits de ce genre qui sont venus à ma connaissance. J'ai reconnu que l'air est obscurci jusqu'à une certaine hauteur par des débris de toutes sortes qui sont projetés en l'air de tous côtés, des plâtras, des poutres, des planches, d'innombrables lattes, des branches d'arbres lancées avec violence à quelque distance tout autour du pied du tornado, des ardoises, des papiers, des objets de literie, qui sont enlevées encore plus haut et projetées encore plus loin. Mais quant aux objets qui seraient entraînés dans l'entonnoir lui-même, des barres de fer par exemple, et qui seraient abandonnés lorsqu'ils parviennent à son embouchure où ils cessent de tournoyer pour de là retomber sur le sol, ce sont des racontars sans consistance, car nul ne peut voir ce qui se passe dans l'intérieur absolument opaque d'un tornado. Et si l'on veut parler des eaux de la mer ou des étangs que les trombes pomperaient jusqu'aux nues pour les alimenter d'eau douce ou d'eau salée, je me bornerai à dire qu'il y a déjà un certain temps que l'on a renoncé à cet absurde préjugé.

» Mais ce que je ne comprends pas, c'est qu'en voyant les trombes descendre des nues, on assure que ce n'est là qu'une apparence, et qu'au contraire elles montent vers les nues; ce fait ne peut prêter à la moindre illusion. Je ne comprends pas qu'on ferme les yeux à cette évidence des ravages que la trombe fait en touchant la terre, tandis que si elle continue à marcher un peu au-dessus du sol elle ne produit plus rien. La prétendue colonne ascendante est donc alors radicalement supprimée, et cela à plusieurs reprises, une, deux, trois, quatre fois de suite en dix-sept minutes, et l'air rampant au ras du sol pour se précipiter dans cette colonne par un vaste mouvement centripète s'arrête donc tout à coup, pour reprendre un instant après. Non, je ne puis comprendre que, lorsqu'on a été témoin de ces choses-là, on vienne dire que les phénomènes sont parfaitement d'accord avec la théorie de la convection (1). »

---

(1) This theory is founded on well known physical laws, and with perhaps one or two exceptions to be mentioned later, so fully and completely explains the phenomena observed at Lawrence that it is difficult to doubt its truth.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un four électrique.* Note de MM. **Henri Moissan** et **Jules Violle**.

« Ce four se compose essentiellement d'une enceinte en charbon (1), à l'intérieur de laquelle l'arc électrique jaillit entre deux électrodes horizontales. Cette enceinte a la forme d'un cylindre dont la hauteur égale le diamètre. Elle est constituée par un morceau de tube de charbon, qui repose par son extrémité inférieure sur une plaque de même substance. La partie supérieure supporte un disque de charbon ayant le même diamètre. Enfin, deux échancrures laissent passer les électrodes. Ce cylindre est placé dans un bloc de pierre calcaire, semblable à ceux que Deville et Debray employaient dans leurs grandes fusions de platine. Le cylindre ne touche pas la paroi calcaire, il en est séparé par une couche d'air de 5^{mm} d'épaisseur, et sa base repose sur des cales en magnésie.

» Les dimensions de l'appareil dépendent de la puissance dont on dispose. Pour des courants compris entre 300 et 500 ampères, nous formons l'enceinte avec un morceau de tube de $6^{cm},5$ de diamètre. Nous prenons comme électrodes des charbons de 3^{cm} à $3^{cm},5$ de diamètre, et le bloc de pierre à environ 20^{cm} de hauteur, $2^{cm},5$ de largeur et 30^{cm} de longueur. Le couvercle, qui a la même surface, a une épaisseur de 4^{cm} à 5^{cm}.

» Les cylindres de charbon qui servent d'électrodes sont portés par des pinces en fer reposant sur des chariots horizontaux permettant de les rapprocher ou de les éloigner à volonté. Ils reçoivent le courant par de forts manchons de cuivre rouge armés de mâchoires entre lesquelles on écrase les extrémités du câble dynamo-électrique. Cette disposition, imaginée par M. Tresca, est très commode pour l'allumage et le maniement de l'arc.

» Les deux modèles que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie sont construits dans ces conditions (2).

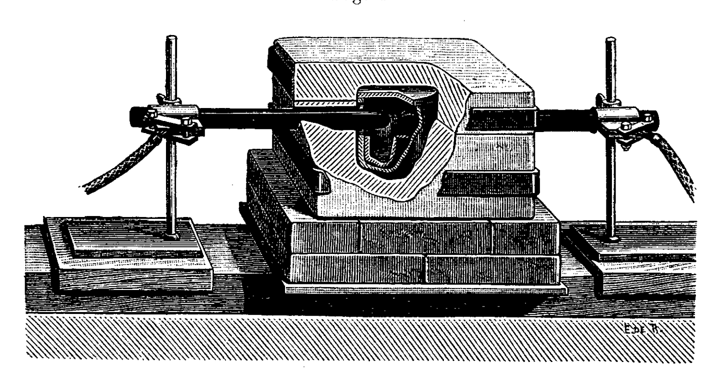
---

(1) Toutes les parties en charbon provenaient d'agglomérés aussi purs que possible, préparés avec du charbon de cornue en poudre et du goudron, et sans acide borique.

(2) Tous nos fours ont toujours été taillés dans nos laboratoires. Nous sommes heureux d'ajouter que les spécimens mis sous les yeux de l'Académie ont été exécutés avec beaucoup d'habileté par M. Nion, chef d'atelier au laboratoire de Physique de l'École Normale.

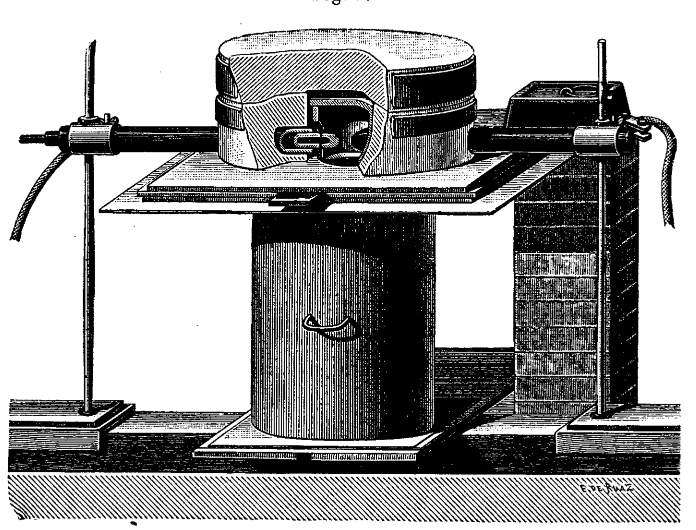
» Le premier (*fig.* 1) convient à la fusion des métaux réfractaires tels que le chrome et le manganèse ; il contient au fond du cylindre un creuset de charbon qui est fait, soit en aggloméré, soit en charbon de cornue, et qui renferme le mélange à réduire.

Fig. 1



» Le deuxième (*fig.* 2) est destiné aux recherches calorimétriques servant à établir la température de l'arc. Le fond de l'enceinte est alors formé

Fig. 2.



par une plaque mobile à la manière d'un tiroir. Au pôle positif est un fragment de charbon soutenu par une tige de même substance glissant à frottement doux dans un tube de charbon. On n'a qu'à tirer sur la tige

au moment convenable pour faire tomber dans le calorimètre le fragment transformé en graphite qui a atteint la température voulue.

» Les températures obtenues varient naturellement suivant la durée de l'expérience, et aussi suivant la grandeur du four. Elles n'ont d'autres limites que celles de l'arc voltaïque. Plus l'on restreindra le champ calorifique, plus on s'approchera de la température indiquée par l'un de nous (¹) comme étant le maximum calorifique que peut produire l'arc. Pratiquement nous réalisons sans peine, dans nos appareils, des températures supérieures à 3000°. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Le pancréas et les centres nerveux régulateurs de la fonction glycémique. Expériences concourant à démontrer le rôle respectif de chacun de ces agents dans la formation de la glycose par le foie*. Note de MM. **A. Chauveau** et **M. Kaufmann**.

« Des considérations et des expériences exposées dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 6 mars 1893), nous avons induit :

» 1° *L'existence, dans l'axe cérébro-spinal, d'un centre frénateur (bulbaire) et d'un centre excitateur (cervical) de la fonction glycoso-formatrice du foie;*

» 2° *L'attribution de l'action du pancréas sur cette fonction à l'influence d'une sécrétion interne dont l'effet s'exerce sur les centres nerveux régulateurs de la fonction, plutôt que sur le foie lui-même : influence telle que, quand elle se fait sentir, le centre frénateur s'exalte, tandis que le centre excitateur se modère.*

» Ces propositions induites, toutes probables qu'elles soient, ne sauraient cependant être tenues pour tout à fait légitimes sans les nouvelles séries d'expériences que nous avons à faire connaître.

» A. *Effets produits sur la fonction glycémique par la section de la moelle épinière dans la région comprise entre la quatrième paire cervicale et la sixième paire dorsale.* — La section médullaire dans ladite région est connue pour amener l'hypoglycémie en même temps que l'hypothermie. Nous avons rassemblé dans le Tableau suivant les expériences que nous avons faites sur ce sujet particulier.

(¹) J. Violle, *Sur la température de l'arc électrique* (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 1273).

Numéros des expériences.	Intervalles vertébraux où la section a été pratiquée.	Temps écoulé depuis la section.	Quantité de glycose pour 100 dans le sang artériel au moment de la section.	après la section.	Augmentation rapportée à l'unité.	Diminution rapportée à l'unité.	Température rectale avant.	après.
			gr	gr			o	o
I...	2me-3me v. c.	0	1,307	»	»	»	38,1	»
		1^h30^m	»	1,700	1,300	»	»	35,6
		5^h30^m	»	1,375	1,050	»	»	35
II...	3me-4me v. c.	0	1,040	»	»	»	38,8	»
		1^h10^m	»	0,728	»	0,700	»	37
III...	5me-6me v. c.	0	1,159	»	»	»	38,6	»
		1^h45^m	»	1,000	»	0,862	»	36,1
		5^h	»	0,850	»	0,733	»	33,1
IV...	6me-7me v. c.	0	1,062	»	»	»	38,3	»
		1^h50^m	»	0,784	»	0,738	»	35,7
		6^h	»	0,796	»	0,749	»	33,4
V...	7me c.-1me d.	0	1,428	»	»	»	38,9	»
		5^h	»	»	»	»	»	34,2
		6^h	»	0,833	»	0,583	»	?
VI...	Id.	0	0,980	»	»	»	38,4	»
		5^h	»	0,683	»	0,696	»	32,4
VII...	Id.	0	1,000	»	»	»	38,8	»
		18^h	»	0,809	»	0,809	»	27
VIII...	4me-5me d.	0	0,942	»	»	»	?	»
		1^h30^m	»	0,500	»	0,530	»	?
IX...	5me-6me d.	0	1,285	»	»	»	38,1	»
		1^h30^m	»	0,900	»	0,700	»	36,2
X...	9me-10me d.	0	1,285	»	»	»	39,5	»
		1^h45^m	»	1,255	»	0,976	»	?
		5^h15^m	»	1,125	»	0,875	»	39,8
		24^h	»	1,020	»	0,793	»	39

» En retranchant des dix expériences du Tableau la première et la dernière, relatées ici pour servir de point de comparaison, il en reste huit qui sont tout à fait typiques. L'hypoglycémie s'y manifeste d'une manière très nette. Donc, la section médullaire, pratiquée entre la quatrième paire cervicale et la sixième paire dorsale, produit des effets inverses à ceux de la section bulbaire, par conséquent contraires aux effets déterminés par la suppression du pancréas. Cette fois, c'est l'activité du *centre excito-sécréteur* du foie qui est affaiblie par l'opération de la section, et qui l'est à peu près également dans tous les cas où la section porte au delà de

la quatrième paire cervicale. Au-dessus de ce point, la section respecte plus ou moins, suivant sa hauteur, le fonctionnement physiologique du centre *excito-sécréteur*. Il s'ensuit que ce centre, dont le siège était à déterminer, occupe la région de la moelle cervicale qui est comprise entre le bulbe rachidien et les racines de la quatrième paire spinale. Il s'ensuit encore que l'influence de ce centre excito-sécréteur est transportée hors de la moelle épinière par les racines des paires spinales appartenant à la première moitié de la région dorsale moyenne.

» Dans cette série A d'expériences, les faits observés permettent encore une autre détermination, celle des voies latérales par lesquelles s'échappent de l'axe médullaire les conducteurs nerveux centrifuges qui relient les centres bulbaires au système du grand sympathique. Ces conducteurs se trouvent nécessairement, nous ne dirons pas tous, mais en très grande majorité, dans les racines des quatre premières paires cervicales, qui les cèdent au ganglion cervical inférieur ou au nerf vertébral, la section médullaire au-dessous de la quatrième paire cervicale ne produit d'effet paralytique qu'à l'égard du centre excito-sécréteur du foie. Pour obtenir ces mêmes effets paralytiques à l'égard du centre fréno-sécréteur, il faut faire porter la section au-dessus de la quatrième paire, et arriver près du bulbe lui-même lorsqu'on veut avoir cet effet au maximum.

» Conclusions. — *Les sections de la moelle épinière dans la région cervico-dorsale complètent les enseignements de la section bulbaire, relativement au* centre fréno-sécréteur du foie, *en montrant que ce centre transmet son action au système sympathique surtout par les racines des quatre premières paires cervicales.*

» *De plus, lesdits enseignements sont encore complétés sur un autre point : le* centre excito-sécréteur du foie *siège dans la moelle cervicale, au-dessus du point d'émergence des racines de la quatrième paire, et ce centre est relié au système sympathique par les* rami communicantes *que fournissent les plus antérieures des paires nerveuses émanant de la partie moyenne de la région dorsale de la moelle épinière.*

» B. *Effets produits, sur la fonction glycémique, par la section de la moelle épinière entre la quatrième paire cervicale et les sixième ou septième paires dorsales, quand cette section est suivie de la suppression du pancréas.* — Nous appelons tout particulièrement l'attention sur cette série d'expériences et les suivantes, parce qu'elles fournissent de précieux enseignements.

» *Expérience I.* — Section médullaire pratiquée entre la septième vertèbre cervicale et la première vertèbre dorsale; puis, sans aucune attente, extirpation du pancréas.

	Glycose pour 1000 dans le sang artériel.	Température rectale.
Immédiatement après la dépancréatisation ...	0gr,980	36°,2
Cinq heures après » ...	0gr,675	33°

» *Expérience II.* — Section médullaire pratiquée entre la septième vertèbre cervicale et la première paire dorsale. L'ablation du pancréas suit, sans retard, la première opération.

	Glycose pour 1000 dans le sang artériel.	Température rectale.
Immédiatement après la dépancréatisation....	1gr,000	?
Six heures et demie après »	0gr,732	28°

» *Expérience III.* — Section médullaire pratiquée entre la septième vertèbre cervicale et la première paire dorsale. L'extirpation du pancréas est exécutée dix-huit heures après.

	Glycose pour 1000 dans le sang artériel.	Température rectale.
Immédiatement avant la dépancréatisation....	0gr,809	27°
Cinq heures après »	0gr,629	26°

» *Expérience IV.* — Section médullaire pratiquée entre les septième et huitième vertèbres dorsales. On attend vingt-trois heures pour enlever le pancréas.

	Glycose pour 1000 dans le sang artériel.
Immédiatement avant la dépancréatisation...............	1gr,133
Six heures après »	0gr,927

» Pour bien apprécier la signification de ces importantes expériences, il faut considérer que, chez les sujets qui n'ont pas subi préalablement la section médullaire, les effets de l'ablation du pancréas suivent de très près l'opération. Trois ou quatre heures après, l'hyperglycémie est déjà très prononcée. Ici, c'est tout le contraire. Non seulement l'hypoglycémie provoquée par la section médullaire persiste, mais elle s'accroît encore après la dépancréatisation. Cette dernière opération est donc entièrement destituée de son action habituelle. Pourquoi? La réponse est facile. Toute communication de l'appareil périphérique excito-sécréteur du foie avec le centre dominateur de cet appareil se trouve interrompue par la section

médullaire. Il s'ensuit que la suppression du pancréas, tout en surexcitant ce centre et en amoindrissant l'action modératrice du centre antagoniste, reste nécessairement sans effet ([1]). Il s'ensuit encore que la dépancréatisation semble incapable de produire par elle-même l'hyperglycémie et le diabète. Elle agit en mettant le système nerveux en état de provoquer ces phénomènes, lesquels sont empêchés quand l'influence que la suppression du pancréas exerce sur les centres régulateurs de la fonction glycémique est annihilée par une influence neutralisante.

» CONCLUSIONS. — 1° *Cette série* B *d'expériences confirme donc l'existence du centre frénateur et du centre excitateur de la fonction glycoso-formatrice du foie, ainsi que l'annihilation de ce dernier centre par une section médullaire qui l'isole du système sympathique.*

» 2° *Cette annihilation se maintient même après l'ablation du pancréas.*

» 3° *Donc, l'intégrité des centres régulateurs de l'activité du foie importe essentiellement à la manifestation des effets de la dépancréatisation.*

» 4° *On en peut conclure que le pancréas n'exerce pas directement son influence sur le foie et la fonction glycoso-formatrice.*

» C. *Effets produits sur la fonction glycémique par la section de la moelle épinière dans la région comprise entre la quatrième paire cervicale et les sixième ou septième paires dorsales, quand cette section est précédée de la suppression du pancréas.* — Il semble que les conditions de cette nouvelle série d'expériences ne diffèrent pas, au fond, de celles dans lesquelles ont été instituées les expériences de la série précédente. Dans les deux cas, en effet, la section médullaire est combinée avec l'ablation du pancréas. Seulement cette dernière opération *suit* ou *précède* la première, suivant le cas. Nous allons voir que cette différence suffit à la manifestation de résultats singulièrement divergents. Voici, en effet, ce qui arrive quand la dépancréatisation a été pratiquée un certain temps avant la section médullaire :

» *Expérience I.* — Le sujet subit l'excision du pancréas. Puis, dix-neuf heures après, on pratique la section médullaire entre la septième vertèbre cervicale et la première vertèbre dorsale.

	Glycose pour 1000 dans le sang artériel.
Avant la section médullaire	$1^{gr},888$
Deux heures et demie après	$1^{gr},214$

([1]) On trouvera ci-après, dans la série C des expériences, un complément d'explication.

» Nous n'attachons qu'une médiocre importance à cette expérience, dans laquelle l'hyperglycémie provoquée par la dépancréatisation a été, en somme, peu marquée. Aussi la section médullaire semble-t-elle avoir eu son effet dépresseur habituel; tout au moins a-t-elle fait baisser l'hyperglycémie. Les autres expériences de la série sont autrement intéressantes.

» *Expérience II.* — Chien ayant subi la veille l'excision du pancréas. La section médullaire est pratiquée dans la région dorsale, presque assurément un peu avant le milieu de cette région (la mention exacte de l'intervalle vertébral où l'instrument a pénétré a été oubliée dans le cahier d'expériences).

	Glycose pour 1000 dans le sang artériel.
Vingt-trois heures après la suppression du pancréas	2gr,304
Six heures après la section médullaire	2gr,450

» *Expérience III.* — La suppression du pancréas a été opérée depuis plusieurs jours sur le sujet de cette expérience. On fait la section médullaire entre la septième vertèbre cervicale et la première vertèbre dorsale.

	Glycose pour 1000.	Température rectale.
Avant section de la moelle. Sang veineux	3gr,058	38°,6
Quatre heures cinquante minutes après la section. Sang artériel	3,851	37,2
Huit heures après la section : Sang de l'artère fémorale	4,894	37,8
Huit heures après la section : Sang de la veine fémorale	4,781	

» *Expérience IV.* — Le chien est dépancréatisé depuis la veille. On pratique la section médullaire entre les sixième et septième vertèbres cervicales.

	Glycose pour 1000 dans le sang artériel.
Vingt-quatre heures après la dépancréatisation	2gr,864
Cinq heures après la section médullaire	3,925

» Dans ces trois dernières expériences, où la suppression du pancréas avait déterminé à un haut degré l'hyperglycémie classique, la section médullaire, pratiquée consécutivement, n'a pas fait baisser le chiffre du sucre du sang. Au contraire, cette dernière opération semble avoir plutôt accentué l'hyperglycémie. On ne saurait imaginer des résultats plus radicalement différents de ceux qui sont observés quand, dans la combinaison des deux opérations, section médullaire et dépancréatisation, c'est celle-ci qui suit celle-là.

» Quelle est la cause de cette différence? Cette cause doit être cherchée dans le rôle des ganglions sympathiques placés sur le trajet des nerfs viscéraux. Ces ganglions constituent comme des relais pour les excitations envoyées par les appareils centraux, mais des relais qui emmagasinent ces excitations au lieu de les réexpédier immédiatement. Pour parler avec précision, on peut considérer les ganglions du sympathique comme les véritables centres d'où rayonnent les excitations nerveuses destinées aux viscères. Mais ces centres périphériques empruntent leur puissance frénatrice ou excitatrice aux centres de l'axe médullaire. Ce sont ceux-ci qui donnent à ceux-là la direction qu'ils ont à suivre et dans laquelle ils continuent à agir, jusqu'à ce que l'intervention du centre antagoniste de celui auquel est due cette direction vienne la modifier. Si cette intervention ne peut plus se produire, l'aptitude imprimée aux ganglions est, pour ainsi dire, acquise plus ou moins définitivement; elle continue à s'exercer, même quand les centres ganglionnaires, rendus indépendants par une section médullaire appropriée, ne peuvent plus être influencés par le centre cérébro-spinal qui leur a communiqué leur modalité physiologique actuelle. »

ZOOLOGIE. — *Description d'une espèce nouvelle d'Holothurie bilatérale* (Georisia ornata *E. Perrier*). Note de M. **Edmond Perrier.**

« L'Holothurie qui fait l'objet de cette Note, et à laquelle je donnerai le nom de *Georisia ornata*, a été recueillie dans le canal de Mozambique, à 25^m de profondeur, par M. le capitaine de frégate Heurtel, à qui les collections du Muséum doivent d'autres précieux spécimens, notamment plusieurs exemplaires, en parfait état, d'une *Rhopalodina* du Gabon.

» La *Georisia ornata* présente, au plus haut point, la symétrie bilatérale si accusée déjà chez les *Psolus* et les Holothuries des grandes profondeurs pour lesquelles a été constituée, par Théel, la famille des *Elasipodæ*. Malgré sa petite taille (17^{mm} de long), elle rappelle immédiatement, parmi ces dernières, les *Psychropotes*. Elle présente, en effet, une sole ventrale, bien délimitée, occupant exclusivement la région moyenne du corps; de sorte que celui-ci se redresse en avant, pour constituer une sorte de région céphalique, et en arrière, exactement comme chez les *Psychropotes*, pour simuler une queue. Toutefois, cette ressemblance est tout extérieure; la région céphalique et la région caudale sont tout autrement organisées dans les deux genres, qui n'appartiennent même pas à la même famille.

» Les *Georisia* ont dix tentacules longs et ramifiés comme ceux des *Psolus* dont elles se rapprochent encore par les grandes plaques calcaires de leurs téguments. Bien que je n'aie pu faire l'anatomie de l'unique exemplaire qui soit en ma possession, il est donc probable que les *Georisia* appartiennent comme les *Psolus* à la famille des Dendrochirotes et à la tribu des Psolinæ; mais elles s'éloignent des *Psolus* par plusieurs caractères importants qui obligent à les placer dans un genre distinct. Ces caractères différentiels sont les suivants :

» Chez les *Psolus* la région antérieure du corps qui supporte les tentacules est rétractile et, lorsque l'animal est contracté, on ne voit à sa place qu'un orifice nettement dorsal, fermé par cinq écailles plus grandes que les autres, fonctionnant comme cinq valves; la région antérieure du corps des *Georisia* n'est pas rétractile et dépasse de beaucoup en avant la sole ventrale. Les dix tentacules des *Psolus* sont égaux; les deux tentacules ventraux des *Georisia* sont, au contraire, beaucoup plus petits que les autres et simplement bifurqués au sommet au lieu d'être plusieurs fois ramifiés. Il n'y a pas chez les *Psolus* de tubes ambulacraires dorsaux apparents; les *Georisia* présentent, au contraire, vers le milieu de la longueur de leur région céphalique cinq appendices : deux dorsaux et trois ventraux. Ce sont des cœcums, légèrement coniques, assez allongés et équidistants qui ne sont autre chose que des tentacules modifiés, en rapport chacun avec un canal ambulacraire distinct. L'anus des *Psolus* est dorsal; celui des *Georisia* est terminal et entouré par cinq tentacules tubulaires, terminés en cœcum auxquels aboutissent les cinq canaux ambulacraires.

» Dans l'exemplaire unique qui fait l'objet de cette Note, les tentacules ne sont pas rétractés; ils le sont au contraire presque toujours fortement dans les exemplaires de *Psolus* conservés dans l'alcool. Les huit tentacules dorsaux sont fortement ramifiés; mais leurs ramifications sont courtes et se terminent par de petits ramuscules tronqués. Ces tentacules ont ainsi l'aspect d'une extrémité de tige d'asperge, ayant déjà quelque peu dépassé l'état de bourgeon. Les tentacules inférieurs ont aussi leurs deux branches brièvement ramifiées au sommet. Les téguments sont minces, demi-transparents. Ils laissent apercevoir les grandes plaques qui les soutiennent. Dans la région céphalique, ces plaques sont en triangle isoscèle, peu serrées et le sommet du triangle est dirigé en avant. Sur la région moyenne du corps, les plaques deviennent ovalaires; elles sont au moins contiguës dans la région dorsale, et irrégulièrement imbriquées sur les côtés, au niveau de la sole ventrale. Dans la région caudale, les plaques

redeviennent triangulaires et espacées, mais le sommet du triangle est dirigé vers l'extrémité postérieure du corps; entre les plaques, apparaissent les canaux ambulacraires et, dans leur intervalle, les plaques ne forment guère qu'une rangée irrégulière. Sur la sole ventrale les tubes ambulacraires sont disposés en trois bandes. Les deux bandes extérieures sont formées chacune d'une rangée externe assez régulière de vingt à vingt-deux tubes et d'une rangée irrégulière de vingt-quatre tubes ambulacraires plus gros. La bande médiane présente deux séries simples de tentacules qui paraissent, au premier abord, assez irrégulièrement disposés, mais qui, en réalité, sont régulièrement alternes; on compte quinze tentacules dans chaque série, non compris quelques tentacules qui bordent postérieurement la sole ventrale et semblent unir entre elles les trois bandes, mais dépendent les uns de l'ambulacraire médian, les autres des ambulacraires latéraux du trivium. Les tentacules sont terminés par une ventouse élargie.

» La région céphalique mesure 5^{mm}; la sole ventrale $8^{mm},5$; la région caudale 4^{mm}. L'animal est courbé, comme s'il marchait en portant dressées l'une et l'autre sa région céphalique et sa région caudale. C'est l'attitude que présentent aussi, au moins dans certaines circonstances, les grands *Psychropotes* des régions abyssales.

» En traitant successivement par l'alcool absolu et par l'huile de cèdre l'individu qui fait l'objet de cette description, il a été possible de le rendre suffisamment transparent pour mettre en évidence quelques détails importants de son organisation. Il est d'abord évident que, dans les régions céphalique et caudale, les canaux ambulacraires ne sont pas aussi différenciés qu'ils le paraissaient, au premier abord. Outre les tentacules coniques et saillants, chacun de ces canaux fournit, en effet, dans la région céphalique aussi bien que dans la région caudale, un certain nombre de tentacules plus petits que les tentacules normaux, terminés, comme eux, par une ventouse, mais qui ne font qu'une si faible saillie qu'il est nécessaire d'employer le microscope pour les apercevoir. Les canaux ambulacraires dorsaux sont de même garnis, sur toute leur étendue, de tentacules semblables, espacés, atteignant le tégument à des distances très variables du canal sur lequel ils sont nés, de sorte qu'ils paraissent irrégulièrement distribués sur la surface dorsale, dont ils traversent généralement les plaques protectrices, mais sans faire au dehors une saillie visible à l'œil nu.

» Les tentacules péribuccaux, les tentacules coniques de la région cé-

phalique et les tentacules coniques qui entourent l'anus sont garnis de spicules en bâtonnets, irrégulièrement branchus, disposés transversalement par rapport aux tentacules. Les grandes plaques tégumentaires sont constituées par une lame calcaire, régulièrement percée de très nombreux petits trous circulaires qui la traversent de part en part. Entre ces plaques, sont de très nombreux spicules irrégulièrement branchus, qui paraissent se transformer en petites plaques, présentant un nombre de trous qui s'accroît à mesure que la plaque grandit et se rapproche des dimensions des grandes plaques de revêtement. Ces spicules semblent, en conséquence, n'être que des plaques en voie de formation. Dans la sole ventrale on ne distingue ni plaques, ni spicules, mais un fin réseau calcaire continu, assez épais. On trouve un réseau semblable dans la ventouse des tentacules. Des organes internes je n'ai pu voir que les cinq muscles rétracteurs du pharynx.

» Tous les faits que nous venons de rappeler montrent que, malgré leur physionomie si particulière, les *Georisia* s'éloignent moins du type normal des Holothuries rayonnées que ne le font les *Psolus*, dont quelques espèces présentent d'ailleurs un commencement de prolongement caudal analogue à celui des *Georisia*. Ce prolongement, dans lequel se continue le corps tout entier est très différent, malgré les apparences, de celui des *Psychropotes* qui est formé aux dépens de la face dorsale du corps seulement, et dans lequel ne pénètrent que deux des tubes ambulacraires.

» La transformation subie par la région antérieure du corps s'établit d'autre part d'une manière toute différente chez les Élasipodes et chez les Psolidés. Cette région se courbe en dessous de manière que la bouche devienne ventrale dans le premier groupe, où les tentacules ne sont pas ramifiés et où l'animal cherche son alimentation sur le sol; elle se redresse au contraire en dessus, et la bouche devient dorsale dans le second, où les tentacules très ramifiés et couverts de cils vibratiles contribuent sans doute, par les courants qu'ils déterminent dans l'eau, à la préhension des aliments. »

M. **Grandidier** présente, au nom du général *de Tillo*, Correspondant de l'Académie, la première feuille d'un Atlas hypsométrique de la Russie d'Europe, à la grande échelle de $\frac{1}{420000}$.

« Cette Carte, dont les courbes de niveau sont à l'équidistance de 10 sagènes ($= 21^{m},3$) représente le gouvernement de Poltava, l'un des quatre qui forment la petite Russie et dont la superficie est de 50000^{kmq}; des

teintes appropriées montrent nettement le relief du sol qui est peu prononcé, la plus grande différence de niveau atteignant à peine 150^m. On y voit l'intime relation qui existe entre le relief et le tchernozion ou les terres noires si fertiles, comme l'ont montré les belles études du professeur Dokoutchaev. On sait combien la Carte hypsométrique à petite échelle publiée, il y a quelques années, par le général de Tillo, a modifié les idées erronées que les géographes avaient de la configuration du sol de la Russie; cette nouvelle publication précisera davantage encore nos connaissances orographiques sur l'Europe orientale et a, par conséquent, une grande importance pour les géographes et les géologues. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. **Rullière** adresse la description d'un contrepoids, applicable au pesage automatique et à la mesure du temps.

(Commissaires : MM. Lévy, Marcel Deprez.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation des ombres des satellites de Jupiter.* Note de M. **J.-J. Landerer**, présentée par M. Janssen.

« Voici sommairement le résultat de mon étude sur la diffraction instrumentale, en ce qui concerne la définition optique des ombres des satellites de Jupiter, ce résultat étant intimement lié à la solution du problème dont je m'étais occupé dans la Note précédente, et pouvant en outre offrir quelque intérêt quand on tient à déterminer exactement par l'observation le temps que ces ombres mettent à traverser le disque de la planète.

» Les personnes qui se servent pour les observations de ce genre d'un instrument de 4 ou 5 pouces d'ouverture auront sans doute remarqué que, lorsqu'un satellite se projette près du bord de la planète, sur le fond obscur du ciel, et que son ombre se montre entre ce bord et le méridien central, c'est-à-dire dans les circonstances les plus favorables pour en faire la comparaison, la grandeur de l'ombre semble à peine inférieure à celle du

corps qui la produit. Or, l'effet de la diffraction s'opérant en sens inverse sur ces deux objets, on devrait s'attendre, en vertu des lois ordinaires du phénomène et aussi par des raisons géométriques, à un résultat tout différent.

» Ainsi qu'il est aisé de comprendre, ce sont le troisième et le quatrième satellites qui conviennent le mieux pour relever le fait dont il est question.

» Admettons pour le rayon du troisième satellite la valeur généralement adoptée, soit 0,0431, le demi-petit axe de Jupiter étant 1, et, en supposant, d'après les idées courantes, que la zone de lumière diffractée empiète sur l'ombre géométrique, calculons le rayon de l'ombre apparente, telle qu'elle aurait été observée le 18 septembre 1891 à l'aide d'un instrument dont le pouvoir séparateur soit $0'',96$.

» L'expression que j'ai donnée dans la susdite Note répond à ce but, en y changeant à d le signe, pour la plier à l'hypothèse sur laquelle nous nous basons maintenant, après quoi on en déduit

$$b = r - d - \sin s(R_p - \cos L),$$

d'où, en faisant l'application numérique, on obtient pour le rayon demandé

$$b = 0,0099.$$

Or l'observation ayant donné pour ce même rayon

$$b = 0,0381,$$

d'après trois dessins pris vers le milieu du passage de l'ombre qui a eu lieu ce jour-là ([1]), et une différence si considérable entre ces résultats ne pouvant aucunement être attribuée à une erreur d'appréciation, dont les limites sont connues, il est tout naturel de conclure que, sur l'image de l'ombre des satellites, l'effet de la diffraction instrumentale ne s'opère pas tout à fait dans le sens présupposé.

» Sans viser en ce moment à chercher la cause de tels effets, ce qu'il importe surtout de faire remarquer c'est la difficulté d'admettre qu'une apparence aussi nette et d'un noir aussi intense que celle de l'ombre d'un

---

([1]) Les mesures qui s'y rapportent m'ont donné pour le rayon de l'ombre les nombres suivants : 0,0398, 0,0372, 0,0373, dont la moyenne est 0,0381. L'un de ces dessins a été reproduit à la page 410 du tome X de *L'Astronomie*.

satellite, observée avec un instrument de quatre ou cinq pouces d'ouverture (¹), ne soit due qu'à l'empiètement mutuel des deux zones opposées de lumière diffractée.

» Quoi qu'il en soit, on comprend d'ailleurs combien il y aurait de l'intérêt à connaître et la grandeur et le signe de la correction dont on doit avoir égard en définitive, quand il s'agit des mesures prises sur les dessins représentant la planète avec les ombres des satellites.

» On parvient à en obtenir la détermination expérimentale en observant sur le Jupiter artificiel déjà décrit deux points noirs assez voisins. Dès que l'on tombe sur un de ces groupes, où les bords contigus soient séparés par un intervalle minimum, dépendant du diamètre de l'objectif employé, ces bords deviennent tangents, et l'on a alors la largeur, aisément mesurable, de la zone de diffraction entourant chaque point, zone dont une partie est aussi fonction de l'acuité visuelle. »

ASTRONOMIE. — *Sur les formules de l'aberration annuelle*. Note de M. **Gaillot**, présentée par M. Tisserand.

« Dans une Communication récente (²), M. Folie émet l'avis que, dans les formules qui servent à calculer l'effet de l'aberration annuelle, on doit substituer à la déclinaison vraie des étoiles, leur déclinaison affectée de la réfraction.

» Dans l'examen de cette question, que nous limiterons, comme l'a fait M. Folie, au seul cas des observations méridiennes de passage, on se trouve en présence de deux hypothèses : ou bien la réfraction que subit, en traversant l'atmosphère terrestre, le rayon lumineux émanant d'une étoile est celle qui se rapporte à sa direction réelle, ou bien elle est celle qui se rapporte à sa direction apparente, telle qu'elle résulte du phénomène de l'aberration.

» Si, comme nous en sommes convaincu (³), cette seconde hypothèse

---

(¹) Un objectif de 95^{mm}, aplanétisé par MM. Henry (1877), que j'employais au début de mes observations, laisse voir les ombres des satellites, même celle du deuxième lorsqu'elle se projette sur la région centrale du disque, avec une netteté remarquable.

(²) *Voir* les *Comptes rendus* de la séance du 20 février 1893.

(³) En effet, le rayon lumineux, par l'influence des vitesses combinées de la lumière et de la Terre, suit en traversant les couches successives de l'atmosphère, la même trajectoire que si, la Terre étant immobile, ce rayon avait réellement la direction apparente que lui donne le phénomène de l'aberration.

est celle qui est conforme à la réalité, la question est immédiatement résolue : lorsque l'image réfractée de l'étoile paraîtra se trouver dans le méridien, il en sera de même de la position corrigée de la réfraction, et soumise seulement à la déviation produite par l'aberration, puisqu'alors il n'y aura pas de réfraction dans le sens de l'angle horaire. L'heure sidérale du passage apparent de l'étoile au méridien sera rigoureusement ce qu'elle serait si l'atmosphère n'existait pas; il en sera de même naturellement de l'heure sidérale de son passage réel. La différence de ces deux heures, c'est-à-dire l'effet réel de l'aberration, devra donc être calculée avec la déclinaison vraie de l'étoile.

» Admettons maintenant que, contrairement à notre conviction absolue, la réfraction soit celle qui se rapporte à la direction réelle du rayon lumineux, nous allons faire voir que, même dans ce cas, l'emploi de la formule usuelle ne donnerait lieu qu'à une erreur extrêmement minime, négligeable dans tous les cas.

» En effet, si l'on prolonge en ligne droite la direction réelle du rayon lumineux perçu par l'observateur au moment du passage apparent de l'étoile au méridien, c'est-à-dire la direction ayant subi la déviation réelle produite par la réfraction, mais non la déviation apparente produite par l'aberration, cette ligne droite ira rencontrer la sphère céleste en un point E situé en réalité à une certaine distance du méridien.

» Soient P le lieu du pôle, Z le zénith du lieu de l'observation, $\mathbb{D}$ la déclinaison du point E (la déclinaison apparente de l'étoile), z la distance zénithale du même point E, H son angle horaire et A son azimut; dans le triangle sphérique ZPE, on aura

$$PE = 90^\circ - \mathbb{D}, \qquad ZE = z, \qquad ZPE = H, \qquad PZE = 180^\circ - A.$$

» Dans l'hypothèse que nous admettons actuellement, à cause de la réfraction, la position réelle de l'étoile se trouve en un point E′, situé sur le prolongement de l'arc de grand cercle ZE, à une distance $EE' = r$ du point E, r représentant l'effet de la réfraction. On aura alors, $\mathbb{D}'$ étant cette fois la déclinaison vraie de l'étoile

$$PE' = 90^\circ - \mathbb{D}', \qquad ZE' = z + r, \quad ZPE' = H', \qquad PZE' = 180^\circ - A,$$

l'azimut du point E′ étant le même que celui du point E.

» Dans le triangle ZPE, on a

$$\frac{\sin H}{\sin A} = \frac{\sin z}{\cos \mathbb{D}},$$

et, dans le triangle ZPE′,

$$\frac{\sin H'}{\sin A} = \frac{\sin(z+r)}{\cos \mathcal{D}'},$$

d'où

$$\frac{\sin H'}{\sin H} = \frac{\sin(z+r)}{\sin z}\,\frac{\cos \mathcal{D}}{\cos \mathcal{D}'},$$

ou, à cause de la petitesse des angles H et H′,

$$\frac{H'}{H} = \frac{\sin(z+r)}{\sin z}\,\frac{\cos \mathcal{D}}{\cos \mathcal{D}'} \quad \text{et} \quad H' = H\frac{\sin(z+r)}{\sin z}\,\frac{\cos \mathcal{D}}{\cos \mathcal{D}'}.$$

En vertu des lois de l'aberration, on aura

$$H = m \sec \mathcal{D},$$

m étant la fonction connue de la constante de l'aberration, de l'ascension droite de l'étoile et de la longitude du Soleil, et $\mathcal{D}$, comme nous l'avons fait remarquer, la déclinaison affectée de la réfraction. Cette valeur de H est précisément celle que M. Folie prend pour la mesure de l'aberration, ce qui lui est permis, dans l'hypothèse que nous admettons actuellement, mais à la condition de calculer en outre l'angle $EPE' = H' - H$ qui mesure l'effet de la réfraction, et de l'ajouter à la valeur de H, ou, ce qui sera plus simple, de calculer en une seule fois l'angle $H' = ZPE + EPE'$ qui mesure l'effet total de l'aberration et de la réfraction.

» Or, en remplaçant, dans l'expression précédente de H′, H par sa valeur $m \sec \mathcal{D}$, on a

$$H' = m\frac{\sin(z+r)}{\sin z} \sec \mathcal{D}' = m(1 + 0,00028) \sec \mathcal{D}',$$

la seconde forme s'obtenant facilement par le développement de $\sin(z+r)$, en remarquant que, vu la petitesse de r, $\cos r$ peut être remplacé par l'unité et que $\frac{\sin r}{\tang z}$ n'est autre chose que la constante de réfraction, exprimée en parties du rayon.

» Mais l'emploi de la formule usuelle donne

$$H'' = m \sec \mathcal{D}';$$

l'erreur commise serait donc

$$H'' - H' = -0,00028\, m \sec \mathcal{D}',$$

c'est-à-dire au maximum $0'',006$ ou $0^s,0004$ pour une étoile équatoriale, $0'',24$ ou $0^s,016$ pour la Polaire. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transcendantes définies par les équations différentielles du second ordre*. Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Dans une Communication antérieure (voir les *Comptes rendus* du 20 février), j'ai distingué les équations du second ordre

$$(1) \qquad F(x, y, y', y'') = 0$$

(où F est un polynôme) en deux classes, une classe *générale* et une classe *singulière*, cette dernière formée de toutes les équations qui vérifient intrinsèquement deux certaines conditions. Ces conditions (conditions I et II du théorème A) sont *nécessaires*, l'une pour que $y(x)$, l'autre pour que $y'(x)$ puissent être indéterminées en un point x mobile. J'étudierai exclusivement dans cette Note *les équations dont l'intégrale* $y(x)$ *ne prend que* n *valeurs autour des points critiques mobiles*. J'appelerai ξ_i et η_j les points x qui sont des *pôles* ou des *points critiques* de y'', quels que soient y et y' : les points η_j sont des points *algébriques* de $y(x)$; les points ξ se divisent en points ξ' et ξ'', qui sont les premiers points *transcendants ou essentiels*, les seconds points *algébriques* des intégrales. Si, pour x_0, y_0, y'_0 (x_0 *n'étant pas un point* ξ), une valeur de y'' est de la forme $\frac{0}{0}$, toutes les intégrales $y(x)$, répondant à ces conditions initiales, qu'on peut apercevoir, doivent admettre x_0 comme point *algébrique*.

» Les conditions pour que l'équation soit de la classe singulière sont alors les suivantes : 1° *des valeurs de* y'' *sont infinies ou se permutent, quel que soit* y', *pour des valeurs* x, y *satisfaisant à une relation* $S_1(x, y) = 0$ *où figure* y; 2° *l'équation* (1), *où l'on regarde* x *comme la fonction, admet, quel que soit* x_0, *l'intégrale* $x \equiv x_0$. Enfin, soit x, y un couple de valeurs qui annule S_1 (ou soit $y' = \infty$) : il est impossible, par un changement de variables $y_1 = \varphi(x, y, y')$ *algébrique* dans le voisinage des valeurs considérées, de rendre l'équation *régulière* dans le domaine correspondant.

» Ceci posé, *si l'équation* (1) *est de la classe générale, l'intégrale* $y(x)$ *dépend algébriquement des constantes* y_0, y'_0. J'ai montré quelle était dans ce cas la nature de l'intégrale. Observons qu'*aucune* des conditions I, II n'est alors remplie ou qu'elle ne l'est qu'*en apparence* [1].

---

[1] Quand on considère, au lieu de (1), un système de deux équations du premier ordre portant sur les fonctions y et z de x, il peut se faire que l'intégrale renferme

» *Si l'équation* (1) *est de la classe singulière, y est une fonction transcendante de y_0, y'_0*. Mais deux cas sont possibles.

» Premier cas : *L'intégrale a ses points essentiels fixes.* — Il existe toujours alors des points ξ ou η; autrement l'intégrale serait algébrique. Si nous posons $u = S_1(x, y)$, y est une fonction *à q déterminations* de u_0 et y'_0 : $y = \varphi[(x), (x_0), u_0, y'_0]$, *dont les seules singularités essentielles sont $u_0 = 0$ et $y'_0 = \infty$*. Inversement u_0 et y'_0 sont des fonctions analogues de u et de y'. La variable x_0 figure dans φ d'une manière analogue à x. Notamment, si y'' est un polynôme en y', y indépendant de x et si l'intégrale est uniforme, on a

$$y = \varphi(x - x_0, y_0, y'_0),$$

φ étant holomorphe en x, x_0, y_0, y'_0.

» Deuxième cas : *L'intégrale a des points essentiels mobiles.* — Ces points (pour une branche d'une intégrale), ne formant pas de *suite linéaire*, admettent un nombre fini de *points limites* ζ. *S'il n'existe pas de points ξ ou η* (ce qui est le cas général), on déduit de là que l'équation (1) possède au moins *une intégrale première : $\alpha = R(x, u, y')$, où R est une fonction à q valeurs de u, y', dont les seules singularités essentielles sont $u = 0$, $y' = \infty$, et qui est* ALGÉBRIQUE EN x.

» *S'il existe des points* ξ, η, ou bien tous les points ζ sont *fixes* et font partie des points ξ', ou bien l'équation possède au moins une intégrale première telle que $\alpha = R$, mais où R est une fonction de x qui peut prendre une *infinité* de valeurs autour des points fixes ξ, η et présenter les points ξ' comme points *transcendants*. S'il n'existe pas de points ξ' et si l'intégrale $y(x)$ est une fonction de x à n valeurs, R est encore *algébrique* en x.

» Quant à la recherche des intégrales premières $\alpha = R$, *algébriques en x*, je me borne à indiquer ici qu'elle revient à l'intégration de certaines équations différentielles ordinaires [sauf dans le cas où une de ces intégrales est de la forme $R(u, y') = \text{const.}$]. Un cas important est celui où *il n'existe pas deux telles intégrales qui soient distinctes : l'équation* (1) *peut alors se ramener, par l'intégration d'une équation de Riccati, à une équation du premier ordre, algébrique en x mais transcendante en y, y'*, et dont l'intégrale doit prendre n valeurs autour des points critiques fixes.

» Que les points essentiels soient fixes ou mobiles, les constantes y_0, y'_0

---

les constantes d'une façon transcendante, une seule des conditions I et II étant vérifiée. Mais c'est là un cas de réduction qui se ramène aussitôt au cas où une des fonctions dépend d'une seule équation du premier ordre.

figurent dans y de deux façons distinctes, suivant qu'on peut ou non leur substituer deux constantes α, β, telles que y soit fonction *algébrique* de l'une d'elles. Nous convenons de dire, dans le premier cas, que *y est une fonction transcendante d'une seule constante d'intégration.* S'il en est ainsi, l'équation (1) se laisse ramener *à une équation du premier ordre algébrique en y, y' et dont les coefficients sont des fonctions de x qui dépendent d'une équation de Riccati.*

» Pour que l'intégrale de (1) soit une transcendante nouvelle, il faut donc qu'elle renferme *les deux constantes* d'une façon transcendante : cette condition n'est d'ailleurs pas suffisante.

» J'insisterai, en terminant, sur les équations *à points critiques fixes.* Ces équations doivent satisfaire d'abord à certaines conditions algébriques, signalées par M. Picard, et qui expriment que l'intégrale est à apparence uniforme en dehors de certains points fixes. Désignons par (1)′ l'ensemble des équations (1) qui satisfont à ces premières conditions. Pour toutes les équations (1)′, les conditions I et II *semblent* vérifiées; mais il n'en résulte pas qu'elles le soient *intrinsèquement.* Pour que l'intégrale ait ses points critiques fixes et dépende *algébriquement* des constantes, il faut et il suffit que les conditions I et II ne soient *toutes deux* remplies qu'*en apparence.* Si une seule de ces conditions est vérifiée *intrinsèquement,* l'intégrale a des points transcendants mobiles autour desquels se permutent une infinité de valeurs. Pour les équations (1)′, dont les points critiques sont réellement fixes, les conditions I et II sont donc ou *toutes deux* vérifiées en apparence, ou *toutes deux* intrinsèquement. On sait reconnaître *algébriquement* si (1)′ est de la première espèce et la ramener alors à une équation linéaire. Quant aux équations de la seconde espèce (classe singulière), il conviendra d'étudier d'abord celles dont *les points essentiels sont fixes.* A quelles conditions en sera-t-il ainsi?

» Soit $y^{(n)} = \psi_n(x, u, y')$ la dérivée d'ordre n de y calculée d'après (1)′; soit ρ la distance de x au point ξ le plus voisin; il faut et il suffit que $\left|\frac{y^{(n)}}{n!}\right|^n$ ait $\frac{1}{\rho}$ comme limite supérieure pour $n = \infty$, si petit que soit $|u|$ ou $\left|\frac{1}{y'}\right|$. Au contraire, on ne connaît aucun moyen d'exprimer que l'intégrale est uniforme autour de points essentiels mobiles. Toutefois, les considérations précédentes, jointes à certains théorèmes sur $u \equiv S_1(x, y)$ regardé comme fonction de y' [et sur $y'(u)$], permettent parfois de ramener le cas où les points essentiels sont mobiles au cas où ils sont fixes.

» Les conditions *suffisantes* pour que les points critiques soient fixes seront donc en général des conditions *transcendantes* propres à chaque équation : cependant, les résultats énoncés suffisent parfois à décider si l'intégrale de certaines équations de la classe singulière est uniforme. Mais que ces intégrales ne soient pas des combinaisons de transcendantes plus simples, c'est là un point sur lequel je ne puis encore être affirmatif. »

GÉOMÉTRIE. — *Un théorème de Géométrie infinitésimale.* Note de M. G. **Kœnigs**, présentée par M. Darboux.

« Dans un intéressant travail qui vient de paraître dans les *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, et qui est consacré à l'étude des congruences de droites, M. Cosserat a utilisé, en me citant, une partie d'un théorème que je lui avais communiqué oralement, fin octobre 1891, et d'après lequel si x, y, z, x', y', z' sont les coordonnées de deux points correspondants de deux surfaces applicables l'une sur l'autre et u, v les paramètres des lignes du réseau conjugué commun aux deux surfaces, ces six fonctions x, y, z, x', y', z' vérifient une même équation aux dérivées partielles de la forme de Laplace

$$(\mathrm{E}) \qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} + a\frac{\partial\theta}{\partial u} + b\frac{\partial\theta}{\partial v} = 0.$$

» M. Cosserat n'a pas eu à utiliser dans son Mémoire la seconde partie de ce théorème, en vertu de laquelle l'expression

$$x^2 + y^2 + z^2 - x'^2 - y'^2 - z'^2$$

est une septième solution de (E).

» Je n'ai jamais publié ce théorème, mais je l'ai démontré dans les premiers jours de l'année 1892, à mes auditeurs du Collège de France. Il paraît devoir jouer un rôle important dans la question de la déformation des surfaces et de la correspondance ponctuelle entre deux surfaces avec orthogonalité des éléments correspondants. »

OPTIQUE. — *Sur de nouvelles franges d'interférences semi-circulaires.* Note de M. G. **Meslin**, présentée par M. Mascart.

« J'ai montré précédemment (¹) comment on pouvait obtenir de telles franges en se servant des deux demi-lentilles de Bellet, convenablement disposées.

» On peut également les observer en employant une seule des demi-lentilles et en faisant interférer les rayons qui se concentrent au foyer P′ avec ceux qui émanent du point lumineux S (P′ est l'image de S) : il suffit, pour cela, de compenser le retard provenant de la lentille par l'interposition d'une lame de verre à faces parallèles et d'épaisseur optique convenable.

» Ces franges sont bien plus faciles à obtenir que les premières; elles sont particulièrement commodes à observer lorsqu'en se servant d'une demi-lentille de 20^{cm} de foyer, on la place à $1^m,25$ du trou, et qu'on observe à la même distance au delà de la lentille avec une loupe présentant un assez grand champ. Il est bon, dans ce cas, que la lame ait une épaisseur optique *un peu* supérieure à celle de la lentille; on voit alors un groupe de franges formant un bel arc-en-ciel du côté de la lame. Si, au contraire, celle-ci avait une épaisseur trop faible, la frange centrale serait rejetée du côté de la plus grande épaisseur, c'est-à-dire du côté de la lentille, dans une région où les deux faisceaux ne se propagent pas au delà du point P′; les franges n'y seraient donc pas visibles.

» Ce serait, au contraire, la condition nécessaire pour qu'on les observe entre P′ et la lentille L′; en effet, dans cette région, les deux faisceaux empiètent légèrement l'un sur l'autre parce que le centre optique C′ se trouve un peu plus loin que le bord de la lentille d'après une remarque déjà faite.

» Comme il est difficile d'avoir une lame ayant exactement l'épaisseur convenable, on se trouve généralement dans l'un ou l'autre de ces deux cas; on doit chercher les franges dans une seule de ces deux régions, et les anneaux ne se voient pas jusqu'au centre. Pour avoir le phénomène complet, on peut intercaler un compensateur de Billet de manière à rendre les deux retards égaux. Par le jeu de ce compensateur, on peut alors faire

---

(¹) *Comptes rendus* du 6 février et du 20 février 1893, p. 250 et 379.

varier à volonté le rayon moyen des franges visibles ; on les voit alors se rapprocher entre elles lorsque ce rayon augmente (loi des racines carrées des nombres entiers), changer le sens de leur courbure par le passage au point P′ et s'élargir lorsqu'on s'éloigne de P′ dans un sens ou dans l'autre.

» Les positions d'achromatisme sont données par la même équation que précédemment, mais le point P n'est autre que la source S ; il faut donc, dans cette éqnation, faire

$$\varphi = 0 \qquad \text{et} \qquad \frac{d\varphi}{d\lambda} = 0 \qquad \text{ou} \qquad s = 0.$$

» On obtient une équation du second degré

$$\frac{s'^2}{s'-f}\left[z\left(\frac{s'^2}{s'-f} - z\right) + \lambda\frac{df}{d\lambda}\frac{s'^2}{(s'-f)^2}z\right] - \lambda\frac{df}{d\lambda}z\left(\frac{s'^2}{s'-f} - z\right)\frac{s'^2}{(s'-f)^2} = 0.$$

» L'une des solutions est $z = 0$, ce qui était évident, *a priori ;* l'autre est donnée par

$$\frac{s'^2}{s'-f} - z + \lambda\frac{df}{d\lambda}\frac{s'^2}{(s'-f)^2} = \lambda\frac{df}{d\lambda}\frac{1}{s'-f}\left(\frac{s'^2}{s'-f} - z\right),$$

et, comme on avait

$$\lambda\frac{df}{d\lambda} = 0,63 f,$$

en substituant cette valeur et en remplaçant f par 20^{cm}, il vient

$$z = \frac{s'^2}{s' - 21,26} = \frac{s'^2}{s' - 20} + \frac{1,26\, s'^2}{(s' - 20)(s' - 21,26)}.$$

» Telle est la position unique d'achromatisme ; on voit qu'elle est toujours située au delà du point P′, dont la distance est $\frac{s'^2}{s' - 20}$; mais, pour qu'on puisse l'observer, il faut qu'elle soit assez éloignée de ce point, afin que les franges aient une largeur suffisante. Le calcul complet montre qu'il y a avantage à amener le foyer de la lentille le plus près possible du point S, de façon à rejeter le point P′ le plus loin qu'on pourra.

» Dans la pratique, on ne peut le rejeter trop loin, à cause de l'éclairement qui deviendrait trop faible ; en faisant $s' = 25^{cm}$, le point P′ est à $1^m,25$ de l'origine et le point d'achromatisme à $1^m,66$, ce qui est un écart suffisant ; c'est, en effet, à cette distance que j'ai pu compter plus de trente

franges achromatiques (il en existait beaucoup plus); si l'on augmente s', l'achromatisme devient de plus en plus difficile à constater, pour les raisons signalées; déjà, dans la position précédente, les franges n'ont qu'un faible éclat et les trente qu'on a pu compter ne couvraient qu'un espace inférieur à 2^{mm}. »

OPTIQUE. — *Photographie de certains phénomènes fournis par des combinaisons de réseaux.* Note de M. **Izarn**, présentée par M. Mascart.

« Les premiers essais de reproduction de réseaux par la méthode que résume la Note précédente ([1]) ayant été effectués sur de simples lames de verre à vitre, je constatai, en les observant soit par réflexion, soit par transmission, et de préférence dans le second ou le troisième spectre, un système de franges très noires, mais de formes très irrégulièrement arrondies, rappelant tout à fait celles que fournit en lumière monochromatique la mince lame d'air comprise entre deux plaques de verre non exactement planes.

» Je fus ainsi conduit à essayer une lame d'air d'épaisseur régulièrement variable, et à observer ce qui se passe quand on applique un réseau sur une lentille de faible courbure. J'obtins, comme je m'y attendais, outre les anneaux ordinaires de Newton au centre, de larges et magnifiques anneaux concentriques à ceux-ci et de même aspect que les franges ci-dessus mentionnées. En recommençant l'expérience, après avoir coulé sur la lentille une mince couche de gélatine bichromatée et opérant comme il a été dit plus haut, je puis fixer ces deux sortes d'anneaux par la Photographie et me mettre à même de les étudier à loisir en dehors de l'emploi du réseau type qui se trouve dès lors imprimé lui-même sur la lentille.

» En cherchant à m'expliquer ces phénomènes, que je croyais alors inobservés avant moi, je fus amené à penser à une action réciproque du réseau et de sa réflexion sur la lentille placée derrière et, par suite, à voir ce qui arriverait si l'on appliquait exactement l'un sur l'autre deux réseaux plans identiques, chose qui m'était facile, puisque j'avais le moyen de me procurer un nombre indéfini de copies absolument identiques du même réseau. J'obtins ainsi, suivant les conditions, et je pus photographier des

---

([1]) *Comptes rendus*, p. 506 de ce volume.

franges plus ou moins rectilignes, dirigées d'une manière générale transversalement à la direction des traits, délicatement dentelées, se dédoublant quand on passe d'un spectre à l'autre, etc., etc; bref, une série de phénomènes probablement très compliqués que je ne fais qu'indiquer ici, faisant toutes réserves sur l'explication, mais que, par le plus singulier des hasards, j'ai trouvés depuis très minutieusement décrits dans un très curieux Mémoire, probablement très peu connu, de Brewster (*Philosophical Magazine;* 1856), d'ailleurs sans la moindre considération théorique ni aucun emploi de la Photographie, qui paraît cependant de nature à faciliter la compréhension de ces belles apparences.

» Lord Rayleigh, dans son Mémoire de 1874, et sans citer Brewster dont il paraît ne pas connaître le travail, signale accidentellement ces franges dont il essaye même en quelques mots une explication. D'après lui, il y aurait là une simple action de moiré, due à la combinaison des traits de réseaux sensiblement parallèles.

» Je crois qu'il y a lieu de reprendre soigneusement cette étude; mais, en tous cas, si ce moiré, qui fournit au premier abord une explication séduisante, se produit réellement, je crois qu'il serait dû plutôt à la combinaison, non des traits eux-mêmes, mais de franges produites par l'action combinée de ces traits et qui se rapporteraient peut-être aux phénomènes étudiés autrefois par M. Crova.

» Du reste, quand on observe attentivement à la loupe un réseau ou sa reproduction, on voit, en effet, des franges parallèles aux traits et aussi des franges transversales plus fines et denticulées qui (sous toutes réserves) seraient produites par les premières. Les épreuves que l'on obtient en photographiant un réseau et lui superposant une seconde photographie, par le procédé que j'ai indiqué dans ma précédente Note, sont d'un brillant extraordinaire, ce qui tient probablement à ce que l'on a ici à la fois, sur le même cliché, le phénomène lui-même et sa propre photographie que l'œil contemple en même temps. Il me semble qu'il y a dans tout cela un vaste champ d'expériences, encore très incomplètement exploré.

» Je crois devoir signaler, en terminant, ce fait bizarre que mes photographies faites par application d'un réseau sur lentille gélatinée et bichromatée portent toutes les anneaux de Newton, tandis que je n'ai jamais pu obtenir ceux-ci par ce procédé quand je remplace le réseau par une simple lame de verre. Wiener les obtient, au contraire, constamment avec ses pellicules transparentes sensibilisées à l'argent. »

PHOTOGRAPHIE. — *Sur les propriétés photographiques des sels de cérium.* Note de MM. **Auguste** et **Louis Lumière**.

« On sait que le cérium donne deux séries principales de sels : les sels céreux et les sels cériques. Les premiers sont d'une grande stabilité, tandis que les sels cériques sont ramenés au minimum par les réducteurs faibles; quelques-uns d'entre eux, et plus spécialement les sels organiques, sont même réduits spontanément aussitôt qu'ils sont formés, de sorte qu'il n'a pas été possible jusqu'ici de les isoler. La facile réductibilité des sels cériques nous a amenés à étudier l'action de la lumière sur ces substances, et nous avons pu remarquer, en effet, que cette action se traduit par une réduction rapide qui peut servir de base à l'établissement de procédés photographiques intéressants.

» Parmi les sels minéraux qui nous ont donné les meilleurs résultats, nous devons citer le sulfate et le nitrate cériques, obtenus en dissolvant l'hydrate cérique dans les acides sulfurique et nitrique. Les solutions aqueuses de ces sels ont servi à imprégner des feuilles de papier, convenablement encollées ou recouvertes d'une couche mince de gélatine, que le sel cérique colore en jaune intense. Après dessiccation dans l'obscurité, les papiers ont été exposés à la lumière sous un cliché positif : dans toutes les parties transparentes de l'écran, les rayons lumineux réduisent le sel cérique à l'état de sel céreux, et le papier se décolore en ces points; cette décoloration progressive permet de suivre l'action de la lumière et d'arrêter l'impression au moment opportun.

» Ainsi obtenue, l'épreuve doit être traitée par un réactif susceptible de différencier le sel céreux du sel cérique, de façon à accentuer l'image et à la fixer. Dans un procédé photographique analogue, aux sels manganiques, que nous avons antérieurement publié ([1]), nous avons utilisé les propriétés éminemment oxydantes que possèdent les sels manganiques, pour former, avec un grand nombre de corps de la série aromatique, des matières colorantes insolubles. De la même manière, si l'on traite par ces réactifs les épreuves aux sels de cérium, on forme par oxydation et on fixe des substances colorantes dans les points où le sel cérique n'a pas été réduit par la lumière; il suffit ensuite d'éliminer, par un lavage sommaire, l'excès

([1]) *Bulletin de la Société française de Photographie*, p. 218; 1892.

du réactif ainsi que le sel céreux, pour obtenir une épreuve définitivement fixée. Il est important que la matière colorante produite soit insoluble, afin qu'elle ne soit pas entraînée par les lavages.

» Nous avons reconnu, en nous plaçant au point de vue de leur utilisation photographique et en étudiant comparativement l'action des sels ferriques, cobaltiques, manganiques et cériques, sur un grand nombre de corps de la série aromatique, que ces derniers sont susceptibles de fournir des réactions colorées, beaucoup plus nombreuses que les autres.

» Parmi les réactions les plus caractéristiques, nous pouvons citer les suivantes :

» En solution acide, les épreuves sont grises avec le phénol; vertes avec les sels d'aniline; bleues avec la naphtylamine α; brunes avec l'acide amidobenzoïque; rouges avec l'acide parasulfanélique; vertes avec les sels d'orthotoluidine, etc. Si l'on traite par l'ammoniaque, la coloration change : elle devient, par exemple, violette avec l'aniline; rouge avec la naphtylamine, etc.

» Les papiers photographiques aux sels cériques présentent une sensibilité notablement plus grande que celle des préparations aux sels ferriques ou manganiques.

» Nous espérons que ces propriétés permettront de réaliser d'intéressantes applications photographiques à la suite d'une étude plus approfondie, étude que nous nous proposons de poursuivre. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Procédé d'échauffement intense et rapide, au moyen du courant électrique.* Note de MM. **Lagrange** et **Hoho**, présentée par M. Lippmann.

« Lorsqu'on plonge dans un électrolyte, comme électrode négative, un fil métallique de faible surface, en prenant pour électrode positive une lame conductrice de grande surface, on observe qu'il se forme, autour de l'électrode négative, une sorte de gaine lumineuse. Il faut, bien entendu, pour que le phénomène se produise, que le générateur du courant possède une force électromotrice minima qui dépend des circonstances expérimentales. Ce phénomène a été signalé depuis longtemps déjà par un grand nombre de physiciens, parmi lesquels nous signalerons G. Planté; en 1889, MM. Violle et Chassagny (¹) ont les premiers recherché les va-

(¹) *Société française de Physique*, 1889.

leurs des facteurs expérimentaux qui en déterminent la production. Nous avons nous-mêmes continué cette étude. Nous avons recherché notamment l'influence que le degré de concentration de l'électrolyte exerce sur la production du phénomène, celle de la forme de l'électrode, etc.

» Les études que nous avons faites du phénomène nous ont montré que la plus grande partie de l'énergie électrique, produite par le générateur, vient se dépenser dans cette gaine où elle se retrouve sous forme de chaleur et de lumière.

» Nous avons, en outre, montré que, si l'on place à quelques millimètres de la surface de l'électrode négative (qui subit l'échauffement), dans le liquide, un écran de matière non conductrice, la partie en regard de l'électrode est protégée et aucune gaine ne s'y produit; si, par exemple, on glisse autour de cette électrode, un tube en porcelaine, sans qu'il y ait contact, la gaine ne se forme pas sous la partie recouverte.

» La production de chaleur dans la gaine est extrêmement remarquable; les circonstances dans lesquelles elle a lieu nous ont amené à exprimer l'opinion suivante : c'est que les quantités de chaleur que l'on peut, par ce procédé, faire dégager en un temps donné sur un corps, et conséquemment les températures qui peuvent être atteintes, sont supérieures à celles que l'on peut réaliser par tout autre moyen.

» Le but de la Note actuelle est de mettre en lumière le point suivant : *grâce à l'ensemble des propriétés que le phénomène de la gaine présente, on peut produire, en des endroits donnés et limités d'un corps, un dégagement de chaleur* EXCESSIVEMENT INTENSE ET RAPIDE.

» L'expérience suivante est très instructive au point de vue de la rapidité de l'action calorifique. Si nous divisons une barre de fer de $0^m,10$ de longueur et de $0^m,01$ de diamètre par exemple, en dix parties égales d'un centimètre de longueur, il est possible de chauffer les premier, troisième, cinquième, septième et neuvième centimètres, tandis que les second, quatrième, sixième, huitième et dixième ne subiront aucune action calorifique. Cette action est tellement rapide que les premières parties indiquées peuvent être portées à la température de fusion, les secondes parties restant assez froides, pour que l'on puisse y porter la main et saisir la tige immédiatement après avoir produit le phénomène.

» On peut mettre en évidence d'une manière plus frappante et plus intéressante cette rapidité d'échauffement par l'expérience suivante. Si nous échauffons par le procédé en question une tige d'acier, la chaleur pénètre dans la masse par la surface. Il est évident que si la quantité de chaleur ainsi dégagée à la surface, pendant un temps très court, acquiert une certaine valeur, l'acier pourra être porté, sur une certaine épaisseur, à une température très élevée, par exemple au rouge ou même être mis en fusion, avant que la chaleur n'ait eu le temps de se transmettre jusqu'au centre du

corps. Or, la seule interruption du courant ramène la tige ainsi chauffée en contact direct avec le liquide froid. Cette tige subit donc une trempe dont l'effet ne s'exerce, bien entendu, que sur la partie qui était chauffée au rouge, c'est-à-dire sur une couche superficielle d'une certaine épaisseur. L'intérieur, au contraire, étant resté froid, ne subit pas cette action. L'épaisseur de la couche ainsi trempée dépend évidemment de l'intensité du courant et de la durée de son passage.

» Ces actions, que nous avions prévues, ont été vérifiées par l'expérience; elles se traduisent par des effets d'une netteté parfaite. On sait que la trempe fait subir à l'acier un changement de structure moléculaire; de fibreux, le métal devient granuleux et cassant. Si l'on brise une tige d'acier ainsi trempée, on constate parfaitement, sur la cassure, deux structures complètement différentes : la couche superficielle forme une espèce d'écorce durcie, à grain fin, qui enveloppe l'intérieur fibreux et tenace.

» La séparation entre les deux couches est parfaitement nette, et ce fait prouve bien la rapidité avec laquelle l'échauffement a été produit. Signalons encore, sans nous y arrêter, qu'il est possible d'obtenir sur une même tige d'acier et sur une même section des trempes de duretés différentes.

» Nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie quelques échantillons de barres d'acier, ainsi transformées. En dehors de l'intérêt scientifique qui s'attache à cette question, nous croyons devoir signaler l'importance que présente pour l'industrie métallurgique ce fait de pouvoir tremper directement l'extérieur des corps, sans tremper la masse intérieure.

» Si au lieu de prendre une tige d'acier, on opère avec une tige de cuivre, on peut modifier de même superficiellement la structure moléculaire; mais, comme on le sait, les effets de la trempe ne sont pas du tout semblables à ceux qu'elle produit sur l'acier.

» Nous signalerons aussi l'importance que peuvent avoir les applications de ce phénomène à l'étude des propriétés magnétiques de l'acier ou du fer. »

CHIMIE. — *Sur l'osmium métallique*. Note de MM. **A. Joly** et **M. Vèzes**, présentée par M. Troost.

« L'osmium, tel qu'on l'obtient généralement par la méthode de Berzélius, c'est-à-dire en calcinant le sulfure dans un creuset de charbon, est une poudre ou une masse spongieuse d'un bleu plus ou moins foncé sui-

vant son état de division. Il est alors oxydable directement à l'air et exhale une odeur très forte d'acide osmique. H. Sainte-Claire Deville et H. Debray, en faisant passer des vapeurs d'acide osmique dans un tube en charbon très fortement chauffé, ont préparé l'osmium en petits cristaux d'un beau bleu teinté de gris. La densité du métal a été représentée successivement par les nombres 7, 10 et 21,4; 22,48 est la densité de l'osmium cristallisé.

H. Sainte-Claire Deville et H. Debray ont vainement essayé de fondre l'osmium en le chauffant au chalumeau oxyhydrique dans un creuset de charbon entouré d'un creuset de chaux. Chauffé directement dans le dard du chalumeau, le métal disparaît rapidement, soit qu'il se volatilise, soit qu'il se change en peroxyde volatil; mais « l'œil exercé qui suit attentive- » ment le phénomène ne peut saisir, dans les morceaux d'osmium qui » disparaissent rapidement, la moindre trace de fusion. Il faudrait chauffer » l'osmium dans le vide et au moyen d'un arc voltaïque puissant pour » résoudre cette question » (1).

» Par ses propriétés physiques et chimiques, variables d'ailleurs avec son mode de préparation, l'osmium était rapproché des métalloïdes; c'était pour Deville et Debray le métalloïde de la famille du platine. Berzélius l'assimilait à l'arsenic et Dumas au tellure.

» L'osmium (2) peut être fondu dans l'arc électrique et obtenu sous une forme métallique comparable au ruthénium. Il a fallu, en raison de son oxydabilité, de la toxicité de ses vapeurs, et pour éviter les pertes par volatilité qui rendent les opérations fort coûteuses, étant donné le prix élevé du métal (1500fr le kilogramme au minimum), prendre des dispositions spéciales. Nous opérons dans un appareil clos, traversé par un courant lent de gaz carbonique et dans des coupelles en charbon. Si le métal est rapidement porté à la plus haute température de l'arc, il fond sans se volatiliser sensiblement (3).

(1) *Annales des Mines*, t. XVI; 1859.

(2) L'osmium qui a servi à ces expériences était parfaitement pur; il ne laissait pas de résidu sensible quand on l'oxydait dans un courant d'oxygène.

(3) Le ruthénium fondu dans une atmosphère de gaz carbonique est plus blanc que le platine, il se rapproche beaucoup plus de l'argent, comme le rhodium. Le métal fondu à l'air libre au contraire est fortement oxydé, et la réduction par l'hydrogène laisse une surface rugueuse, grise comme le métal pulvérulent.

Le four électrique de MM. Ducretet et Lejeune se prête facilement à des essais de

» On réussit mal en opérant dans des creusets en chaux; au contact du métal, la chaux est transformée assez profondément en une matière vitrifiable dans laquelle le métal reste incrusté, mal rassemblé d'ailleurs.

» L'osmium fondu est très brillant à la surface; la couleur est encore gris bleuâtre. La teinte bleue est-elle due à une oxydation superficielle ou le métal est-il bleu comme l'or est jaune, comme le cuivre est rouge, c'est ce que l'expérience ultérieure décidera. La cassure est cristalline; plus dur que l'iridium et le ruthénium, il entame profondément le verre, raye le quartz, mais il est rayé par la topaze; les limes les mieux trempées ne réussissent pas à l'entamer. Ainsi fondu, l'osmium n'est plus oxydable à l'air, à la température ordinaire.

» L'osmium est donc comparable, comme métal, au ruthénium; ces deux métaux forment un groupe fort net, comme le rhodium et l'iridium d'une part, le palladium et le platine de l'autre. Les volumes atomiques sont presque identiques :

	Poids atomique.	Densité.	Volume atomique.
Ru.............	101,4	12,06	8,40
Os.............	190,3	22,48	8,46

» Plus réfractaires que tous les autres métaux de la famille du platine, ils sont plus oxydables qu'eux, et donnent, quand on les chauffe dans l'oxygène, au rouge, des peroxydes RuO^4, OsO^4. Par la série très étendue de leurs composés oxygénés à tendances acides, ils se rapprochent beaucoup du manganèse.

» Le chlorure double $OsCl^4, 2KCl$ établit la liaison du groupe avec le groupe platine-palladium, aussi bien qu'avec l'iridium; le ruthénium n'a pas de composé correspondant. On remarquera que le rhodium est dans le même cas et que le composé $PtCl^4, 2KCl$ est instable; le tétrachlorure et ses dérivés, si caractéristique du platine, n'est que l'exception pour les trois métaux du groupe, dont les poids atomiques sont compris entre 101 et 106. Les sesquichlorures doubles $Ru^2Cl^6, 2KCl$ et $Os^2Cl^6, 2KCl$ les rattachent au rhodium et à l'iridium. »

---

fusion en vase clos, ou dans une atmosphère gazeuse quelle qu'elle soit. C'est un excellent petit instrument de recherches qui nous a rendu de grands services.

CHIMIE. — *Recherches sur le thallium. Nouvelle détermination du poids atomique*. Note de M. **Charles Lepierre**, présentée par M. Schützenberger (Extrait).

« J'ai été conduit, par de précédentes recherches faites en collaboration avec M. Lachaud (1), à entreprendre une nouvelle détermination du poids atomique du thallium. Les données fournies par les différents chimistes varient, en effet, de 203, 5 à 204,8 et ont été toujours effectuées sur des sels thalleux; j'ai eu recours dans ces expériences à l'oxyde thallique Tl^2O^3 pur et cristallisé décrit par nous (*loc. cit.*), ainsi du reste qu'aux composés thalleux pour permettre la comparaison des méthodes. Le thallium du commerce a été soumis en grande quantité à une purification complète; il nous suffira de dire que nous avons employé la méthode électrolytique associée ou non au procédé de purification de sulfate thalleux de M. Baubigny. Je n'indiquerai donc que le procédé suivi pour obtenir l'oxyde thallique.

» Nous avions, dans nos premières expériences, obtenu Tl^2O^3 par fusion du chromate thalleux avec la potasse fondante; ce procédé, suffisant pour une préparation de produit, n'était pas à l'abri de toute critique quant à la présence possible du chrome (quoique nous n'ayons pu déceler ce métal dans nos échantillons); j'emploie aujourd'hui tout simplement le sulfate ou l'azotate, moins bien le chlorure thalleux en les fondant au-dessous du rouge sombre avec huit ou dix fois leur poids de potasse *pure;* il se forme des paillettes hexagonales de Tl^2O^3 faciles à séparer de l'excès d'hydrate et de sulfate de potassium par lavage à l'eau, puis à l'alcool jusqu'à ce que toute alcalinité ait disparu et que les raies du potassium ne soient plus visibles au spectroscope; l'oxyde ainsi préparé se dessèche facilement et ne perd de l'oxygène qu'au rouge vif. Sa transformation en sulfate thalleux se fait aisément par l'acide sulfureux.

» J'ai employé quatre méthodes différentes pour la détermination du poids atomique :

» A. Poids du thallium fourni par l'électrolyse du sulfate thalleux.

» B. Poids de thallium contenu dans Tl^2O^3 après transformation en Tl^2SO^4 et électrolyse.

» C. Poids d'oxyde thallique fournis par la fusion des sels thalleux avec la potasse.

(1) *Comptes rendus,* 27 juillet 1891.

» D. Rapport entre le thallium et l'oxygène par réduction de Tl^2O^3 dans l'hydrogène.

» La première a donné, pour le poids atomique du thallium, des nombres variant de 203,52 à 203,69; la seconde, des nombres compris entre 203,53 et 203,73; la troisième des nombres compris entre 203,44 et 203,79; enfin la quatrième des nombres compris entre 203,54 et 203,60.

» La moyenne de ces onze déterminations, choisies parmi celles qui m'ont semblé avoir été faites dans les meilleures conditions, conduit au nombre 203,62, un peu inférieur au nombre 203,7, admis dans ces derniers temps, sans preuves; il est à remarquer du reste que les récentes déterminations de poids atomiques tendent en général à diminuer la valeur adoptée en principe (1). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les fluorures de zinc et de cadmium.* Note de M. C. **Poulenc**, présentée par M. Henri Moissan.

« Fluorure de zinc ZnF^2. — Marignac (2) a montré que le fluorure de zinc $ZnF^2, 4H^2O$ perd son eau à 100° et se présente alors sous forme de poudre blanche amorphe.

» Nous avons réussi à le préparer anhydre et cristallisé en appliquant les méthodes que nous avons précédemment indiquées.

» 1° *Action de l'acide fluorhydrique anhydre sur le zinc.* — L'acide fluorhydrique gazeux n'attaque le zinc qu'au-dessus du rouge sombre. Il se forme du fluorure de zinc et de l'hydrogène se dégage. Nous avons dû, dans cette expérience, remplacer le tube de platine dont nous nous sommes servi jusqu'ici par un tube en charbon des cornues pour éviter la formation d'un alliage de platine et de zinc.

» 2° *Action de l'acide fluorhydrique anhydre sur le chlorure de zinc fondu.* — Le chlorure de zinc fondu est décomposé à froid par les vapeurs d'acide fluorhydrique; mais il faut élever la température jusqu'à 800° ou 900° pour obtenir le fluorure de zinc anhydre et cristallisé.

» Dans ces conditions on observe que les parois du tube de platine sont recouvertes de fines aiguilles incolores et transparentes de fluorure volatilisé, et que le contenu de la nacelle de platine présente également l'aspect d'une masse cristallisée.

» 3° *Action de l'acide fluorhydrique anhydre sur l'oxyde de zinc et le fluorure*

(1) Travail de l'École industrielle de Coimbra (Portugal).

(2) Marignac, *Ann. de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LX, p. 305.

hydraté. Ces deux composés donnent également naissance au fluorure de zinc anhydre et cristallisé lorsqu'on les chauffe au-dessus du rouge dans un courant d'acide fluorhydrique gazeux.

» *Propriétés*. — Le fluorure de zinc se présente sous l'aspect de fines aiguilles incolores et transparentes. Elles polarisent fortement la lumière et semblent appartenir au système monoclinique ou peut-être triclinique. Sa densité est de 4,84 à 15°.

» Peu soluble dans l'eau froide, sa solubilité augmente avec la température. Il est insoluble dans l'alcool à 95°.

» Les acides chlorhydrique, azotique et sulfurique le dissolvent à l'ébullition.

» Le fluorure de zinc est réduit au rouge par l'hydrogène qui entraîne des vapeurs de zinc.

» Calciné à l'air il se transforme en oxyde de zinc.

» La vapeur d'eau, au rouge, donne lieu à la même réaction.

» L'acide sulfhydrique gazeux, passant sur le fluorure de zinc chauffé, le décompose en sulfure de zinc et acide fluorhydrique.

» L'acide chlorhydrique gazeux donne, dans les mêmes conditions, du chlorure de zinc fondu.

» Fondu avec les carbonates alcalins, il se forme de l'oxyde de zinc et un fluorure alcalin [1].

» FLUORURE DE CADMIUM. — Lorsqu'on évapore une solution fluorhydrique de fluorure de cadmium, on obtient, d'après Berzélius, un fluorure cristallin très adhérent aux parois du vase dans lequel il a été formé. Ce composé, que nous avons séché à l'étuve à 120°, renferme encore une petite quantité d'eau et ne correspond pas à une formule bien définie.

» Nous avons réussi à préparer le fluorure de cadmium anhydre par les mêmes procédés qui nous avaient donné le fluorure de zinc.

» 1° *Action de l'acide fluorhydrique anhydre sur le cadmium*. — Le cadmium est attaqué plus facilement et à plus basse température que le zinc. Cette expérience

---

(1) *Analyse :*

	Trouvé.		Calculé pour ZnF^2. Pour 100.
Zinc	63,73	63,25	63,46
Fluor	36,16	36,22	36,54

doit être faite dans un tube de charbon des cornues, pour éviter la formation d'alliages métalliques.

» *Action de l'acide fluorhydrique anhydre sur le chlorure de cadmium fondu.* — Le chlorure de cadmium, récemment fondu et pulvérisé, est à peine décomposé à la température ordinaire par l'acide fluorhydrique gazeux. Une élévation de température facilite la réaction mais sans la rendre jamais complète. Le fluorure de cadmium formé reste dans la nacelle sous forme d'une masse fondue incolore et transparente, tandis que le chlorure de cadmium, non décomposé, se volatilise.

» *Action de l'acide fluorhydrique anhydre sur l'oxyde de cadmium.* — L'acide le décompose au rouge : on obtient ainsi le fluorure de cadmium fondu. Mais, quelle que soit la température à laquelle nous ayons porté ce fluorure (1200°), nous n'avons jamais observé trace de volatilisation : ce dernier caractère le différencie donc nettement du fluorure de zinc.

» L'action de l'acide fluorhydrique anhydre sur le fluorure obtenu par voie humide donne naissance au même composé que ci-dessus.

» *Propriétés.* — Le fluorure de cadmium, qui a été porté à haute température, se présente sous l'aspect d'une masse incolore, translucide et craquelée, qui s'émiette en petits fragments à cassure conchoïdale.

» Sa densité est de 6,64.

» Assez soluble dans l'eau, il est insoluble dans l'alcool à 95°

» Les acides chlorhydrique, azotique et sulfurique le dissolvent à l'ébullition.

» La solution sulfurique, évaporée au bain de sable, abandonne du sulfate de cadmium anhydre et cristallisé (¹). Ce composé, que nous croyons être le premier à faire connaître, est formé de petits prismes incolores, très brillants, qui se ternissent peu à peu à l'air.

» Le fluorure de cadmium est réduit au rouge par l'hydrogène.

» Calciné à l'air, il se transforme intégralement en oxyde de cadmium.

» La vapeur d'eau, au rouge, donne lieu à la même réaction.

» L'hydrogène sulfuré, passant sur du fluorure de cadmium, légèrement chauffé, le décompose en sulfure jaune de cadmium et acide fluorhydrique; l'acide chlorhydrique gazeux donne dans les mêmes conditions du chlorure de cadmium. Cette réaction, qui a lieu bien plus facilement que la réaction inverse, explique pourquoi nous n'avons jamais obtenu la transformation complète du chlorure de cadmium en fluorure.

---

(1) C'est une application du procédé indiqué, il y a quelques années, par M. Étard (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 602).

» Les carbonates alcalins fondus le décomposent en oxyde de cadmium et fluorure alcalin ([1]). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage du mercure dans les solutions étendues de sublimé.* Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. Arm. Gautier.

« En étudiant l'action absorbante du coton sur les solutions étendues de chlorure mercurique (*Comptes rendus,* 6 mars 1893), j'ai été amené à rechercher une méthode de dosage du mercure applicable aux solutions très étendues.

» Le dosage du mercure par pesées, à l'état de sulfure HgS, s'applique sans difficulté aux solutions de sublimé au millième.

» On prend, par exemple, 50^{cc} de solution de sublimé au millième, on les additionne de 5^{cc} d'acide chlorhydrique pur, à 22°, et de 10^{cc} de solution saturée et claire d'hydrogène sulfuré.

» On obtient un précipité jaune devenant rapidement noir : on filtre sur un filtre préalablement pesé au $\frac{1}{10}$ de milligramme. Le précipité est lavé, séché et pesé. Il est utile d'opérer comparativement avec un filtre témoin, sur lequel on filtre un mélange de 50^{cc} eau distillée, 5^{cc} HCl et 10^{cc} H^2S, qu'on lave comme le précédent.

» La pesée de ce filtre témoin, de mêmes dimensions et de même papier que le filtre contenant le sulfure de mercure, donne parfois un petit coefficient de correction permettant de déterminer avec plus d'exactitude le poids du sulfure de mercure.

» Le sulfure de mercure se formant rapidement, pouvant être filtré et lavé avec facilité, quelques heures suffisent pour exécuter le dosage. Une solution, renfermant 1^{gr} $HgCl^2$ par litre, a donné, dans trois dosages successifs, des poids de sulfure correspondant à $0^{gr},97$; $1^{gr},01$; $0^{gr},98$ $HgCl^2$.

» Le dosage du mercure dans les solutions de sublimé au dix-millième ne pourrait s'exécuter par pesées, avec quelque certitude, qu'en opérant au moins sur 500^{cc} de liqueur, ce qui serait long et non exempt d'erreurs.

» J'ai trouvé que, dans de pareilles solutions et dans des solutions

---

([1]) *Analyse :*

	Trouvé		Calculé pour CdF^2.
Cadmium	74,44	74,36	74,66 pour 100

Ce travail a été fait au laboratoire de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie de Paris.

beaucoup plus étendues, le mercure pouvait être dosé colorimétriquement d'après l'intensité de la teinte brune que donne le sulfure de mercure HgS qui, dans de certaines conditions, reste dissous.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les expériences qui justifient l'emploi de cette méthode.

» *a*. On a préparé une solution fraîche de sublimé au dix-millième, en amenant à 1^{lit}, avec de l'eau distillée, 10^{cc} de sublimé au centième (10^{gr} $HgCl^2$ par litre).

» Puis, dans trois éprouvettes bouchées à l'émeri, de 100^{cc}, graduées en centimètres cubes, de diamètres étroits et autant que possible égaux, on a placé :

1.	5^{cc}	sublimé au dix-millième	+	10^{cc} solution H^2S	+	15^{cc}	eau distillée	=	30^{cc}
2.	10	»	+	»	+	20	»	=	30
3.	20	»	+	»	+	0	»	=	30

» Après agitation, on observe une coloration instantanée, 1 est brun ; 2 brun plus foncé que 1, et 3 brun plus foncé que 2. On a amené l'égalité des colorations par addition d'eau distillée dans les éprouvettes en prenant 1 pour type :

» Ce résultat correspond aux volumes :

1...... 30^{cc}, 2...... 60^{cc}, 3...... 120^{cc}.

» Les volumes sont donc dans le rapport des teneurs en Hg.

» *b*. J'ai recherché la limite de sensibilité de la réaction en prenant pour point de départ une solution de $HgCl^2$ au dix-millième, fraîchement préparée (A).

1.	$100^{cc},0$ A	+	0^{cc}	eau distillée	+	20^{cc} sol. H^2S	=	120^{cc}	sol. au	douze millième
2.	50,0 A	+	50	»	+	»	=		»	vingt-quatre millième
3.	25,0 A	+	75	»	+	»	=		»	quarante-huit mill.
4.	15,5 A	+	84,5	»	+	»	=		»	soixante-dix-sept mil.
5.	12,5 A	+	87,6	»	+	»	=		»	quatre-vingt-seize mil.
6.	10,0 A	+	90	»	+	»	=		»	cent-vingt millième
7.	5,0 A	+	95	»	+	»	=		»	deux cent quarante m.
8.	0,0 A	+	100	»	+	»	=		»	0

» Les colorations sont régulièrement décroissantes ; le type 7 diffère nettement du type 8. On décèle donc ainsi le mercure dans une solution au deux cent quarante millièmes, renfermant par litre 42 décimilligrammes de $HgCl^2$ et pour 10^{cc} $0^{mgr},042$.

» *c*. On a fait une nouvelle série.

1.	100^{cc} A	+	0^{cc}	eau distillée	+	10^{cc} H^2S	=	110^{cc}. Sol. au	onze millième	$HgCl^2$.
2.	50	+	50		+	»	=	»	vingt-deux millième	»
3.	40	+	60		+	»	=	»	vingt-sept millième	»
4.	30	+	70		+	»	=	»	trente-sept millième	»
5.	20	+	80		+	»	=	»	cinquante-cinq mill.	»
6.	10	+	90		+	»	=	»	cent onze millième	»
7.	5	+	95		+	»	=	»	deux cent vingt mill.	»
8.	0	+	100		+	»	=	»	0	

» Les teintes sont décroissantes de 1 à 8; les différences sont sensibles d'un terme à l'autre.

» La méthode permet donc de déceler et de doser dans une certaine mesure le mercure, dans les solutions de sublimé qui en renferment 1 trois cent millième $\left(\frac{1}{240000} \times \frac{HgCl^2}{Hg}\right)$: les résultats de la série *c* donnent la mesure de l'approximation.

» Dans une prochaine Communication, je me propose d'appliquer ces résultats au dosage du mercure fixé par le coton préalablement immergé dans les solutions étendues de sublimé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les phénates alcalins polyphénoliques.* Note de M. DE FORCRAND.

« Comme il arrive pour la plupart des alcools, phénols et acides, le phénol ordinaire ne donne pas directement les phénates $C^{12}H^5NaO^2$ ou $C^{12}H^5KO^2$ par l'action des métaux alcalins. La dissolution s'arrête avant qu'un atome du métal ait remplacé l'hydrogène dans une molécule phénolique; il se dépose des cristaux formés de combinaisons polyphénoliques qui n'ont pas été isolées.

» L'étude de ces corps présente des difficultés spéciales, qui tiennent à l'état physique du phénol. Ce corps fond seulement à 42°; il cristallise avec la combinaison formée, et la séparation n'est pas possible.

» J'ai eu recours, pour caractériser ces composés, au procédé suivant : On fait des dissolutions de 1 atome de métal dans 2, 3, ..., 7, 8 molécules de phénol. La masse cristallisée homogène qu'on obtient est dissoute dans l'eau du calorimètre. On mesure aussi la chaleur dégagée dans l'état dissous pour produire le même état final. On déduit de ces expériences la chaleur dégagée dans l'état solide par l'union de 1, 2, ..., 6, 7 molécules de phénol avec les phénates.

» S'il existe une seule combinaison $C^{12}H^5MO^2 + nC^{12}H^6O^2$, on doit trouver :

» Pour $nC^{12}H^6O^2$, un nombre Q; pour $(n-1)C^{12}H^6O^2$ et $(n+1)C^{12}H^6O^2$, Q' et Q'', tels que

$$Q' < Q \qquad \text{et} \qquad Q'' = Q;$$

au-dessous de *n* les quantités de chaleur sont proportionnelles au nombre de molécules ajoutées.

» S'il y a plusieurs combinaisons, deux par exemple, avec n et n' $C^{12}H^6O^2$ ($n' > n$), on aura d'abord, au-dessous de n, des quantités proportionnelles au nombre de molécules ajoutées; de n à n', des quantités croissantes dont les différences seront constantes; puis, à partir de n', des nombres constants.

» 1° *Phénate de potasse :*

					Différences.
Chaleur de dissolution de	$C^{12}H^5KO^2$	dans	4^{lit} d'eau.	+ 7,13^{Cal}	
»	$C^{12}H^5KO^2 + C^{12}H^6O^2$	»	6 » .	+ 1,56	5,57
»	$C^{12}H^5KO^2 + 2C^{12}H^6O^2$	»	8 » .	− 4,00	5,56
»	$C^{12}H^5KO^2 + 3C^{12}H^6O^2$	»	10 » .	−10,03	6,03
»	$C^{12}H^5KO^2 + 4C^{12}H^6O^2$	»	12 » .	−12,69	2,66
»	$C^{12}H^5KO^2 + 6C^{12}H^6O^2$	»	14 » .	−14,59	5,45 × 2

» La chaleur de dissolution du phénol est − 2,54 (dans 2^{lit} à + 12°). D'autre part, l'addition de 1, 2, 3, 4, 6 molécules du phénol (1^{éq} = 2^{lit}) à $C^{12}H^5KO^2$ (1^{éq} = 4^{lit}) dégage

+ 0^{cal},38, + 0,58 + 0,50 + 0,64 + 0,59

nombres sensiblement constants à partir de $2C^{12}H^6O^2$.

» On en déduit :

$C^{12}H^5KO^2$ sol. +	$C^{12}H^6O^2$ sol.	=	$C^{12}H^5KO^2$,	$C^{12}H^6O^2$ sol.	..	+ 3,41^{Cal}	
» + 2	»	=	»	2 »	..	+ 6,63	
» + 3	»	=	»	3 »	..	+10,04	
» + 4	»	=	»	4 »	..	+10,30	moy. +10,14
» + 6	»	=	»	6 »	..	+10,07	

» Q devient constant à partir de $n = 3$.

» Donc il reste une combinaison $C^{12}H^5KO^2, 3C^{12}H^6O^2$ formée avec un dégagement de chaleur de + 10^{Cal},14, soit + 3^{Cal},38 par molécule. Il n'y a pas de combinaison plus riche en phénol. Enfin il n'existe pas de composé à 1 ou $2C^{12}H^6O^2$, car les nombres + 3,41 et + 6,63 sont exactement le tiers et les deux tiers de + 10,14.

» 2° *Phénate de soude.* — Ici on ne peut dissoudre plus de 1 atome de sodium dans 4 molécules de phénol, ce qui correspond à

$$C^{12}H^5NaO^2, 3C^{12}H^6O^2.$$

					Différences.
Chaleur de dissolution de	$C^{12}H^5NaO^2$	dans	4^{lit} d'eau.	+ 9,35^{Cal}	
»	$C^{12}H^5NaO^2 + 3C^{12}H^6O^2$	»	10 » .	+ 4,765	4,70 × 3
»	$C^{12}H^5NaO^2 + 4C^{12}H^6O^2$	»	12 » .	− 7,82	3,055
»	$C^{12}H^5NaO^2 + 5C^{12}H^6O^2$	»	14 » .	−10,94	3,12
»	$C^{12}H^5NaO^2 + 6C^{12}H^6O^2$	»	16 » .	−13,84	2,90
»	$C^{12}H^5NaO^2 + 7C^{12}H^6O^2$	»	18 » .	−16,17	2,33

» L'addition de 3, 4, 5, 7 molécules de phénol au phénate de soude, en dissolution, dégage

$$+0,38, \quad +0,49, \quad +0,54, \quad +0,67, \quad +0,81,$$

nombres qui augmentent régulièrement.

» On en déduit :

							Cal	
$C^{12}H^5NaO^2$ sol.	$+3\,C^{12}H^6O^2$	sol.	$=$	$C^{12}H^5NaO^2$,	$3\,C^{12}H^6O^2$	sol..	$+6,88$	
»	$+4$	»	$=$	»	4	..	$+7,50$	
»	$+5$	»	$=$	»	5	..	$+8,13$	
»	$+6$	»	$=$	»	6	..	$+8,59$	Moy. $+8,57$
»	$+7$	»	$=$	»	7	..	$+8,55$	

» Le nombre ne varie plus à partir de $n = 6$. De plus, de $n = 3$ à $n = 6$, les différences sont à peu près constantes (0,62; 0,63; 0,46) et beaucoup plus faibles que $\frac{+6,88}{3}$.

» Donc, il existe deux combinaisons :

$$C^{12}H^5NaO^2 + 3\,C^{12}H^6O^2 \quad \text{et} \quad C^{12}H^5NaO^2 + 6\,C^{12}H^6O^2,$$

formées respectivement avec des dégagements de chaleur de + 6,88 (soit + 2,29 par molécule) et + 8,57 (soit + 1,43 par molécule).

» Il y a lieu de remarquer :

» 1° Que le rapport $\frac{1}{3}$ est très fréquent pour ces combinaisons d'addition; un très grand nombre de sels, d'alcoolates, se combinent à 3 molécules d'eau, d'acide ou d'alcool.

» 2° Que très souvent le dérivé sodé forme deux composés successifs, tandis que le dérivé potassé n'en produit qu'un seul.

» 3° Que les dérivés potassés fixent les molécules ajoutées avec plus d'énergie que les dérivés sodés.

» 4° Que ceux-ci peuvent se combiner avec un plus grand nombre de molécules que les dérivés potassés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'isomérie des acides amido-benzoïques.* Note de M. **Oechsner de Coninck.**

« I. Après avoir déterminé les solubilités comparées des trois acides amido-benzoïques isomériques, dans des véhicules acides et alcalins, j'ai continué cette étude en expérimentant avec quelques dissolvants neutres.

Ces dissolvants sont la ligroïne légère, la benzine pure (c'est-à-dire débarrassée du thiophène) et cristallisable, le sulfure de carbone pur et anhydre, l'éther acétique neutre et l'eau distillée.

» J'ai employé, pour ces déterminations, soit l'appareil qui a servi à M. Diacon dans ses recherches bien connues sur la solubilité des mélanges salins ([1]), soit des tubes à essai, à large diamètre et de dimensions bien égales. Les dosages ont été effectués par la méthode des liqueurs titrées, ou par des évaporations faites dans des vases de forme conique, de manière à éviter toute perte.

» Ces évaporations étaient ordinairement spontanées; dans certains cas, elles étaient favorisées au moyen d'un dispositif spécial, permettant de faire arriver, à une petite distance de la surface liquide, un courant d'air lent, que l'on réglait avec le robinet d'une trompe à eau. Pour les solutions aqueuses, les évaporations ont été conduites à une température qui n'a jamais dépassé 40° ([2]).

» II. Voici les résultats obtenus :

» 1° *Ligroïne légère.* — Pour les températures comprises entre 0° et +13°, la ligroïne employée, qui bouillait de 35° à 65° et qui avait été rectifiée avec soin, n'a dissous aucune trace des trois acides amido-benzoïques.

» 2° *Benzine pure.* — Pour les températures comprises entre 0° et +11°,5, la benzine pure n'a pas dissous d'acide métamido-benzoïque; à +12°,8, 10^{cc} ont dissous 0^{gr},0060 d'acide *para;* à +11°,4, 10^{cc} ont pris 0^{gr},0180 d'acide *ortho.*

» 3° *Sulfure de carbone pur.*

	Acides		
	ortho.	*méta.*	*para.*
	$t = +10°,9$	$t = +10°,8$	$t = +9°,5$
$\alpha =$	0^{gr},0200	0^{gr},0020	0^{gr},0010

» 4° *Éther acétique neutre* ([3]).

	Acides		
	ortho.	*méta.*	*para.*
	$t = +10°$	$t = +10°,8$	$t = +9°,5$
$\alpha =$	1^{gr},1690	0^{gr},1124	0^{gr},7048

([1]) *Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Mémoires de la Section des Sciences,* t. VI, p. 45.

([2]) Pour effectuer les dosages dans l'ammoniaque, l'eau de chaux et l'eau de baryte (voir ma précédente Note, séance du 6 mars 1893), j'ai évaporé lentement dans quelques essais préliminaires, et me suis assuré, par l'analyse, que les résidus étaient constitués par des sels neutres ou par des sels acides. Un simple calcul faisait alors connaître les proportions de l'isomère dissous.

([3]) J'appelle α la quantité d'acide dissous, au bout de deux heures, dans 10^{cc} du solvant.

» 5° *Eau distillée.* — J'ai trouvé les coefficients suivants :

Acide *ortho*.

Températures observées.	(α).
	gr
+13°,8	0,0350
+13,1	0,0345
+13,6	0,0352
+12,2	0,0340
+12,5	0,0340
+12,6	0,0341

» Pour les deux températures moyennes, +12°,6 et +13°,5, on a donc les deux coefficients correspondants

$$\alpha = 0^{gr},0340 \quad \text{et} \quad 0^{gr},0349.$$

Acide *méta*.

Températures observées.	(α).
	gr
+13°,6	0,0560
+13,6	0,0570
+13,7	0,0573
+14,2	0,0580
+14,7	0,0584
+14,9	0,0590

» Pour les deux températures moyennes 13°,63 et 14°,6, on a les deux coefficients moyens correspondants

$$\alpha = 0^{gr},0568 \quad \text{et} \quad 0^{gr},05847.$$

Acide *para*.

Températures observées.	(α).
	gr
+12°,3	0,0333
+12,7	0,0335
+12,8	0,0340
+12,5	0,0338

» Pour la température moyenne 12°,58, on a le coefficient moyen

$$\alpha = 0^{gr},0336.$$

» On voit, d'après ces seize déterminations, et bien qu'elles n'aient pas été effectuées à des températures rigoureusement semblables pour les trois isomères : 1° que l'acide *méta* est le plus soluble; 2° que les acides *ortho* et *para*, moins solubles, possèdent une solubilité à peu près égale dans l'eau distillée.

» Si l'on veut bien se reporter à la remarque générale qui termine ma dernière Note (séance du 6 mars 1893), on reconnaîtra que les résultats exposés dans la présente Note, et qui ont été fournis par des dissolvants neutres, conduisent exactement aux mêmes conclusions.

» Je continue cette étude. »

CHIMIE ANIMALE. — *Action de l'oxyde de carbone sur l'hématine réduite et sur l'hémochromogène.* Note de MM. **H. Bertin-Sans** et **J. Moitessier**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans une Note précédente (¹) nous avons indiqué que, par l'action des réducteurs, les solutions alcalines d'oxyhématine pure donnent un composé que nous avons appelé *hématine réduite*, tandis que ces mêmes solutions donnent de l'hémochromogène si elles contiennent soit de l'ammoniaque, soit de l'albumine. Nous allons étudier l'action de l'oxyde de carbone sur ces divers produits de réduction de l'oxyhématine.

» 1° Si l'on fait passer de l'oxyde de carbone dans une solution alcaline d'hématine réduite fraîchement préparée, la bande unique (milieu sur la raie D) que présentait son spectre est bientôt remplacée par deux bandes rappelant par leur position celles de la carboxyhémoglobine. Mais, à l'inverse de ce qui a lieu pour l'hémoglobine, l'oxyde de carbone fixé par l'hématine réduite est facilement déplacé par l'oxygène. Il suffit en effet d'insuffler quelques bulles d'air dans la solution de carboxyhématine pour voir reparaître très rapidement le spectre de l'hématine. Si cette insufflation n'a pas été trop prolongée, il reste dans la solution de l'oxyde de carbone dissous et le spectre de la carboxyhématine reparaît dès que l'oxygène introduit a été consommé par un excès de réducteur. En opérant à l'abri de l'air, on voit que la combinaison est également détruite par un courant d'hydrogène; mais la destruction est beaucoup plus lente : le spectre de la carboxyhématine ne s'affaiblit que peu à peu et ne disparaît que lorsque tout l'oxyde de carbone a été entraîné par le courant d'hydrogène. La solution présente alors de nouveau le spectre de l'hématine réduite.

» 2° Si l'on ajoute un excès d'ammoniaque aux solutions de carboxyhématine, obtenues comme nous venons de l'indiquer, le spectre change immédiatement d'aspect. Les deux bandes (dont les milieux correspondaient environ aux $\lambda 569$ et 531) sont remplacées par deux autres plus foncées et plus nettes dont les milieux coïncident avec les $\lambda 590$ et 546. La première, la plus foncée, est moins large et mieux délimitée

(¹) *Comptes rendus*, 20 février 1893.

que la seconde. On peut reproduire les mêmes apparences spectrales en faisant agir directement l'oxyde de carbone sur l'hémochromogène obtenu par l'action d'un réducteur sur les solutions *ammoniacales* d'oxyhématine. C'est précisément dans ces conditions que s'était placé Popoff [1] lorsqu'il a, le premier, combiné l'oxyde de carbone à l'hématine; aussi a-t-il attribué à la carboxyhématine le spectre que nous venons de décrire en dernier lieu. L'ammoniaque ne modifie pas seulement les propriétés optiques de la carboxyhématine, elle lui communique aussi une stabilité plus grande : l'oxygène déplace bien encore l'oxyde de carbone, mais beaucoup plus lentement.

» 3° Ajoute-t-on un excès d'albumine à la solution de carboxyhématine, préparée comme nous l'avons indiqué dans notre premier paragraphe, le spectre ne subit pas de modifications appréciables, mais la combinaison devient beaucoup plus stable en présence de l'air, et l'addition d'ammoniaque n'altère plus son spectre. Il en est exactement de même du composé formé par l'action de l'oxyde de carbone sur l'hémochromogène préparé en présence d'albumine. La carboxyhématine, dont Jæderholm [2] et Hoppe-Seyler [3] ont décrit les apparences spectrales, avait été obtenue dans des solutions contenant de l'albumine : aussi ses propriétés répondent-elles à celles que nous venons de signaler.

» 4° Les diverses propriétés de la carboxyhématine permettent de différencier facilement ce composé de la carboxyhémoglobine, malgré l'analogie de leurs spectres. La carboxyhématine se distingue par son instabilité, surtout en l'absence d'albumine; dans ce cas, l'addition d'ammoniaque transforme le spectre de la carboxyhématine et constitue un procédé commode et rapide de diagnose.

» *En résumé,* nous avons pu obtenir une combinaison de l'oxyde de carbone avec l'hématine, en partant directement de l'hématine réduite sans avoir recours à l'hémochromogène. Sans affirmer que le composé formé dans ces conditions diffère absolument des combinaisons décrites par Popoff ou par Jæderholm et Hoppe-Seyler, il nous paraît présenter de plus grandes garanties de pureté, vu que les combinaisons signalées par ces auteurs peuvent être reproduites, avec leurs caractères propres, par l'addition de substances étrangères (albumine ou ammoniaque) à notre composé. »

---

(1) *Centralblatt für die med. Wiss.* 1868, n° 42.
(2) *Nordiskt medicinskt Arkir,* 6, n°s 1 u. 21.
(3) *Zeitschrift für physiol. Chemie,* 13, S. 477.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *La substance toxique qui engendre le tétanos résulte de l'action, sur l'organisme récepteur, d'un ferment soluble fabriqué par le bacille de Nicolaïer.* Note de MM. **J. Courmont** et **H. Doyon**, présentée par M. A. Chauveau.

« Il est incontestable que le bacille de Nicolaïer produit le tétanos par l'intermédiaire des substances solubles qu'il fabrique. Mais comment agissent ces substances? On admet actuellement qu'il en est une, de nature albuminoïde, se rapprochant des diastases par certains caractères, qui constitue un véritable *poison toxique*, engendrant directement le tétanos, comme le fait la strychnine par exemple.

» Nous pensons pouvoir démontrer que cette substance n'est pas toxique par elle-même, mais se comporte comme un ferment soluble, et fabrique la toxine tétanisante aux dépens de l'organisme récepteur. Il existe toute une période chimique entre l'apparition des produits microbiens et celle des symptômes morbides. Le tétanos devient ainsi le résultat d'une auto-intoxication à la suite d'une fermentation spéciale de certains tissus, causée par un ferment soluble qu'a élaboré le bacille de Nicolaïer.

» A. Il existe toujours une période d'*incubation* constante et nécessaire de la maladie, chez les animaux *injectés avec les seuls produits solubles du bacille de Nicolaïer*. Elle varie avec les espèces; de treize à dix-huit heures pour le cobaye, elle atteint quatre et cinq jours chez les Solipèdes, et six à huit jours chez la grenouille. Comment expliquer que la contracture, phénomène reflexe, ne suive pas immédiatement la mise en présence de la toxine et du nerf sensitif? Nous avons été ainsi conduits à supposer une période chimique intermédiaire entre l'injection et les contractures, période pendant laquelle se formait la véritable substance tétanisante.

» Nous avons d'abord essayé de supprimer toute incubation en introduisant d'emblée, dans le sang, des doses énormes de produits bacillaires. Nous avons échoué : 58^{cc} de culture filtrée, injectés dans le sang d'un chien de 15^{kg}, n'ont manifesté leurs effets qu'après vingt-deux heures; 200^{cc}, injectés de même à un chien de 6^{kg}, ont eu besoin d'une incubation de trois jours pour produire les contractures.

» Les substances solubles du bacille de Nicolaïer n'ont donc *pas d'effets toxiques immédiats,* quelle que soit la dose injectée. Ce n'est pas ainsi que se comportent les toxiques.

» *B. En été,* la grenouille devient tétanique à la suite d'une injection de culture filtrée; *en hiver,* elle est réfractaire à ce liquide. La température a donc une influence considérable sur l'action des substances solubles du bacille de Nicolaïer, fait inexplicable si ces substances agissaient par leurs propriétés toxiques.

» *C.* On peut supprimer toute période d'incubation en introduisant directement dans le sang d'un animal le sang d'un autre animal atteint de tétanos généralisé. La transfusion est *immédiatement* suivie de symptômes tétaniques manifestes qui durent quelques heures, puis disparaissent. Il existe donc dans le sang de l'animal tétanique une substance tétanisante, *à effets immédiats,* qui n'existait pas dans la culture filtrée dont l'injection a engendré le tétanos, puisque cette culture filtrée, à n'importe quelle dose, n'est pas capable de produire des accidents sans une période d'incubation préalable.

» *D.* Nous avons extrait des muscles tétaniques une *substance soluble dont les effets sont rigoureusement comparables à ceux de la strychnine,* et, par conséquent, bien différents de ceux des cultures filtrées. Injectée à la grenouille, en hiver, c'est-à-dire à une époque où celle-ci est réfractaire aux produits du bacille de Nicolaïer, cette substance occasionne en quelques minutes des contractures généralisées aussi intenses que possible. On a devant les yeux le tableau fidèle de la grenouille strychnisée. La mort survient, le plus souvent, au bout de trois quarts d'heure environ, à la suite d'une injection correspondant aux substances extraites de 6^{gr} ou 7^{gr} de muscle tétanique; d'autres fois, l'animal résiste, et, au bout de trente-six ou quarante-huit heures, tout symptôme tétanique a disparu.

» La substance tétanisante que nous avons isolée des muscles tétaniques agit donc *immédiatement* sur les fibres nerveuses sensitives, et *à une température où les produits bacillaires restent inactifs* (grenouille en hiver). Enfin, elle *résiste à une ébullition prolongée,* tandis qu'un chauffage à $+65^{\circ}$ détruit ces derniers. Elle s'est donc formée dans l'organisme sous l'influence des substances solubles contenues dans les cultures filtrées.

» E. Cette substance tétanisante peut passer dans les urines qui, injectées à la grenouille, occasionnent alors un tétanos immédiat.

» *Conclusions.* — 1° Le bacille de Nicolaïer engendre le tétanos par l'intermédiaire d'un ferment soluble qu'il fabrique.

» 2° Ce ferment, qui n'est pas toxique par lui-même, élabore, aux dépens de l'organisme, une substance directement tétanisante, comparable par ses effets à la strychnine.

» 3° Cette dernière substance se retrouve en abondance dans les muscles tétaniques; elle existe aussi dans le sang et quelquefois dans les urines.

» 4° Elle résiste à une ébullition prolongée, tandis que les produits bacillaires deviennent inactifs après un chauffage à + 65°.

» 5° Elle exige pour se former des conditions favorables de température. Ainsi s'explique l'immunité de la grenouille en hiver vis-à-vis du ferment bacillaire.

» 6° L'immunité naturelle ou acquise, l'immunisation contre le tétanos peuvent être considérées comme les résultats de causes qui empêchent, ralentissent ou arrêtent la susdite fermentation.

» 7° Il est probable que d'autres substances microbiennes, dites *toxiques,* doivent également agir comme des ferments solubles pour produire des toxiques aux dépens de l'organisme.

» Peut-être faudra-t-il expliquer ainsi les paralysies et autres accidents tardifs de la diphtérie. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'action du froid sur la circulation viscérale.* Note de M. E. **Wertheimer** [1], présentée par M. Bouchard.

« Rien ne paraît mieux établi que l'antagonisme entre la circulation de la peau et celle du rein, sous l'influence du froid. Le rétrécissement des vaisseaux du tégument, qui refoule le sang de la périphérie au centre, s'accompagnerait d'une dilatation compensatrice du réseau vasculaire des organes profonds. Telle est la donnée classique. Une expérience de Schüller, vérifiée également par Frédéricq, est encore venue l'appuyer : une aspersion ou une application d'eau froide sur la peau d'un animal a, comme conséquence, une dilatation des vaisseaux de la pie-mère cérébrale. On s'est cru autorisé à étendre ce résultat à tous les viscères indistinctement.

» En réalité, les variations de la circulation rénale, causées par le froid, n'ont pas encore été étudiées de près. Il n'existe à ce sujet, du moins à ma connaissance, qu'une observation isolée de Cohnheim et Roy qui, à la fin de leur travail bien connu sur l'innervation du rein, rapportent une ex-

---

[1] Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Lille.

périence faite sur un chien, chez lequel une aspersion d'eau froide a provoqué une diminution du volume du rein, mais si minime, disent ces auteurs, qu'il n'y a pas lieu d'en tenir sérieusement compte. Comme, d'autre part, une affusion d'eau chaude n'a rien produit chez le même animal, Cohnheim et Roy en concluent que les rapports entre la circulation de la peau et celle du rein ne sont peut-être pas aussi simples qu'on se le figure.

» J'ai constaté, de la façon la plus nette, qu'ils sont même tout différents de ce que l'on admet généralement, du moins sous l'action du froid, qui m'a seul occupé.

» Comme je me proposais d'étudier comparativement les variations de la circulation abdominale et celles de la circulation cérébrale, l'expérience était ainsi conduite. Chez un chien curarisé, on enregistre au sphygmoscope la pression artérielle; on inscrit, en même temps, la courbe volumétrique du cerveau au moyen d'un tube adapté à un trou de trépan, et celle du rein à l'aide d'un appareil construit sur le principe de l'oncomètre de Roy (¹). L'animal étant couché sur le côté, on applique sur la paroi latérale du thorax, préalablement rasée, un linge trempé dans de l'eau à environ 10°, et l'on continue à verser doucement de l'eau sur le linge pendant quelques instants.

» Au bout de quinze secondes, la pression monte : en même temps, le volume du cerveau augmente; mais celui du rein subit une diminution brusque, très marquée, liée évidemment à un rétrécissement des petits vaisseaux de l'organe. De plus, la pression continuant, pendant deux minutes environ, à dépasser le niveau normal, et le rein restant toujours resserré, chaque fois qu'il se produit une nouvelle et subite ascension du tracé manométrique, le cerveau et le rein inscrivent régulièrement une ondulation inverse l'une de l'autre. Pendant que la courbe du premier monte, celle du second descend encore davantage.

» Dans d'autres cas, plus nombreux, l'animal étant couché sur le ventre, on a appliqué sur le dos, à la hauteur des omoplates, une vessie pleine de glace, et les résultats ont été les mêmes, mais encore plus prononcés.

» En général, le resserrement du rein arrive d'emblée à son maximum au moment où a lieu l'élévation brusque de la pression artérielle, puis il tend à décroître. Dans les expériences où l'on a eu recours à la glace, il a duré aussi longtemps que l'application du froid. Celle-ci, il est vrai, n'a jamais été prolongée au delà de cinq minutes et demie; mais, au bout de ce temps, le rein n'était pas encore revenu à son volume primitif.

» En outre, la suppression de l'agent modificateur a des effets absolument opposés à ceux qui accompagnent le début de son application. Quelques secondes après que la

(¹) Le dispositif dont je me suis servi est celui qui a été indiqué par Dastre et Morat. (Voir *Recherches expérimentales sur le système nerveux vaso-moteur*, p. 298.)

glace a été enlevée, on voit baisser le tracé de la pression et celui du cerveau, tandis que la courbe du rein traduit, par sa marche rapidement ascensionnelle, la dilatation des petits vaisseaux de l'organe.

» Ces expériences ont été faites sur huit animaux, et sept fois elles ont donné des résultats identiques. On peut, du reste, répéter plusieurs fois l'épreuve chez le même animal avec le même succès.

» *En résumé,* l'impression du froid sur les terminaisons nerveuses de la peau agit sur la circulation du rein, comme aussi sur celle du cerveau, de la même façon qu'une excitation quelconque, mécanique ou électrique, des nerfs sensitifs ([1]).

» On sait que, en règle générale, les autres organes abdominaux, et en particulier l'intestin, participent aux variations circulatoires du rein, d'origine vaso-motrice. Aussi le fait qui vient d'être signalé, est-il, je pense, de nature à modifier l'idée que l'on se fait généralement du rôle pathogénique du froid et de son mode d'action thérapeutique dans les inflammations des viscères abdominaux. Mais je n'envisagerai que les conséquences que l'on peut en tirer au point de vue physiologique. Il convient, en effet, de faire remarquer que, dans la lutte de l'organisme contre le froid, la diminution de l'activité circulatoire du réseau vasculaire abdominal vient en aide au resserrement des vaisseaux cutanés, pour réduire à son minimum la déperdition de calorique. Comme les organes profonds ne perdent guère de leur chaleur, que proportionnellement à la quantité de sang qui les traverse, il est clair que le ralentissement de la circulation abdominale est avantageux au maintien de la température centrale.

» D'autre part, le balancement entre la circulation de l'abdomen et celle du cerveau est, dans cette circonstance, comme dans d'autres analogues, une condition favorable, lorsque se proportionnant au degré d'intensité du froid périphérique, il contribue à faire affluer vers les centres nerveux thermogènes le surplus de sang que réclame alors leur fonctionnement plus actif. Par contre, ce mécanisme explique aussi, peut-être mieux que tout autre, le danger de l'immersion brusque du corps dans l'eau froide pendant le travail de la digestion. On conçoit facilement les conséquences fâcheuses que peut avoir, chez certains sujets, le déplacement brusque vers les centres nerveux de la grande quantité de sang chassée

---

([1]) Voir, au sujet de la circulation cérébrale : KNOLL, *Sitzungsber. d. kaiserl. Akad. d. Wissensch.;* 1886, Bd. 93, p. 233. — ROY et SHERRINGTON, *Journ. of Physiol.;* 1890, vol. XI, p. 85.

par la contraction du vaste réseau abdominal, à un moment où celui-ci est le siège d'une congestion physiologique intense. »

ZOOLOGIE. — *Sur les affinités du genre* Oreosoma, *Cuvier*. Note de M. Léon Vaillant, présentée par M. E. Blanchard.

« Les zoologistes restent encore indécis sur la place qu'il conviendrait d'attribuer dans le groupe des Acanthoptérygiens au genre *Oreosoma*, tel qu'il nous est connu jusqu'ici par l'unique exemplaire recueilli par Péron, exemplaire décrit et figuré en 1829 dans le Tome IV de l'*Histoire naturelle des Poissons* de Cuvier et Valenciennes. L'auteur du règne animal le place, non sans réserves il est vrai, à la suite des Épinoches, parmi les Joues cuirassées; M. Günther, dans le premier Volume de son Catalogue, en forme, avec les *Pentaceros*, un groupe des *Percidæ*, mais dans le Volume suivant il adopte les vues de Lowe le rapprochant des *Zeus* et des *Cyttus* de la Famille des *Scombridæ*. Depuis, le savant directeur du British Museum paraît avoir abandonné cette question, car il ne mentionne plus le genre dans ses derniers Ouvrages, et, à son exemple, les divers traités de Zoologie, que j'ai pu consulter, le passent sous silence.

» Un second exemplaire, de plus grande taille que le type original, 68^{m} au lieu de 36^{mm}, et en bien meilleur état de conservation, se trouve actuellement dans les collections du Muséum; l'examen de cette pièce, en permettant de rectifier ou de compléter la première description, me paraît fournir des données positives sur les rapports naturels de ce singulier animal.

» Cuvier et Valenciennes ont très exactement fait connaître ce poisson quant à son ensemble; toutefois, sur un point important dans ce cas particulier, la formule des nageoires ventrales, ces auteurs nous ont mal renseignés. Ces organes se composent, en effet, avec une épine rigide de sept rayons articulés, non de cinq; l'état de conservation de l'exemplaire type ne permet toutefois pas le contrôle, les rayons articulés manquant à la seule nageoire ventrale qui reste, et encore détachée de l'abdomen. Ce caractère rapproche l'*Oreosoma* des Bérycidées; en y regardant de plus près, on reconnaît qu'il présente en particulier de grands rapports avec les genres *Hoplostethus* et *Anoplogaster*. La conformation générale du corps, la direction verticale de la bouche, l'aspect des épines rugueuses et striées des nageoires, parmi d'autres caractères, établissent entre ces poissons de

véritables affinités; les tubercules coniques cutanés, qui donnent à l'animal, dont il est ici question, un aspect si bizarre et lui ont fait imposer son nom générique, peuvent même être regardés comme présentant quelque analogie avec les écailles anormalement développées, qui arment la région ventrale chez l'*Hoplostethus mediterraneus*.

» L'écaillure générale du corps, très anormale à première vue, trouve également chez les Bérycidées des termes de comparaison et même établit certains liens entre quelques-uns des types, si dissemblables, du revêtement cutané, que l'on trouve dans cette Famille. Pour ne parler que des faits se rattachant directement à ce point particulier, chez le *Monocentris japonicus,* les écailles, remarquablement grandes, juxtaposées à côté les unes des autres, forment une sorte de dallage; chacune ne présente aucun accident, sauf parfois une crête unique surbaissée. L'*Anoplogaster cornutus,* d'autre part, offre des écailles d'un type très spécial; elles sont formées par l'union, sommet à sommet, de deux sortes de pyramides creuses à cinq ou six pans : l'une, servant de base, est adhérente, l'autre constitue une partie libre, dont la cavité est ainsi tournée vers l'extérieur, la réunion de ces organes donnant l'aspect chagriné du tégument connu chez ces poissons.

» Sur l'Oréosome on trouve aussi cet aspect chagriné; mais, lorsqu'on examine la peau à un grossissement convenable, elle se montre partagée en compartiments polyédriques, qui rappelleraient assez bien la disposition des écailles chez les Ostracions. Chaque compartiment est occupé, ou mieux formé, par un endurcissement écailleux dans lequel la disposition d'éléments rayonnants d'un foyer plus ou moins central et la présence de lignes concentriques rappellent une disposition analogue, plus accentuée toutefois, que présente la pyramide basilaire de l'écaille chez l'*Anoplogaster.* On peut donc regarder l'écaille de l'*Oreosoma* comme d'un côté morphologiquement comparable à celle de ce dernier, mais réduite à la portion adhérente et, d'autre part, l'aspect pavimenteux reproduit en petit ce qu'on connaît chez le *Monocentris*.

» L'origine de ce nouvel exemplaire n'est pas connue, mais pour le type, dont la provenance avait été donnée jusqu'ici sous l'indication vague : « océan Atlantique, » il m'est possible de fournir des renseignements plus précis, grâce aux recherches qu'à ma demande M. Lennier a bien voulu faire dans les papiers de Lesueur, que possède la ville du Havre. Une maquette coloriée de cet animal porte, en effet, la mention : « 30° lati-

tude sud, 10° longitude orientale, » point situé, on le voit, un peu à l'ouest du continent africain, vers la colonie du Cap.

» Péron avait recueilli son exemplaire flottant à la surface de la mer (¹), mais il est probable que c'est là un fait accidentel; d'après son aspect et ses affinités, l'*Oreosoma* doit, avec plus de vraisemblance, être considéré comme un poisson des grandes profondeurs, ce qui explique sa rareté. »

MINÉRALOGIE. — *Sur une nouvelle espèce minérale de Bamle, Norvège.* Note de M. **Léopold Michel**, présentée par M. Friedel.

« M. Hessel, directeur de la mine d'Odegården, district de Bamle, Norvège, a recueilli dans cette mine, pendant l'été dernier, un assez grand nombre de minéraux dont il a bien voulu me confier l'examen.

» Le gisement d'apatite d'Odegården est constitué, par une série de filons dont la plupart sont enclavés dans le gabbro. L'apatite s'y présente généralement sous la forme de masses compactes d'un blanc grisâtre; elle est quelquefois accompagnée de nodules verdâtres, doués de l'éclat résineux, traversés par des veines blanchâtres ou rosées, et constitués par un mélange de wagnérite et d'apatite : c'est dans l'un de ces nodules que j'ai trouvé le minéral qui fait l'objet de cette Note.

» Ce minéral se présente sous la forme de masses lamellaires offrant une structure rayonnée et composées de cristaux incolores et transparents. La dureté est de 2,5. La densité prise à 16° est égale à 2,435.

» Les cristaux ont, en moyenne, $0^{m},01$ de longueur sur $0^{m},002$ de largeur. Ils sont clinorhombiques et présentent les formes $g^1(010)$, $h^1(100)$, $m^1(110)$; les faces h et m sont fortement striées et ternes.

» Les pointements sont arrondis et peu distincts.

» Ces cristaux sont allongés dans le sens de l'axe de zone h^1g^1 et aplatis suivant g^1; ils possèdent un clivage parfait suivant g^1, à faces nacrées et miroitantes.

» Le plan des axes optiques est compris dans g^1; la bissectrice aiguë est positive et fait dans g^1 un angle de 45° environ avec h^1. L'angle des axes optiques 2E est d'environ 88° (rayons jaunes). L'indice moyen $n_m = 1,52$ (raie D); $2v = 54°23'$. Dispersion des axes $\rho < v$. La dispersion inclinée est très forte.

(¹) *Voyage de découverte aux Terres australes*, t. I, p. 47.

» Chauffé à la flamme du chalumeau, ce minéral se gonfle, puis se divise en une multitude de feuillets et enfin fond en un globule d'un blanc verdâtre. Il se dissout facilement dans les acides chlorhydrique et azotique étendus.

» L'analyse m'a donné les résultats suivants :

		Oxygène.		Rapport.
Acide phosphorique......	34,52	19,45		5
Magnésie...............	25,12	10,04	11,66	3
Chaux.................	5,71	1,62		
Eau....................	34,27	30,46		8
	99,62			

» On voit que la composition de ce minéral répond à la formule

$$(Mg, Ca)^3(PhO^4)^2, 8H^2O.$$

» Cette composition est voisine de celle de la bobierrite (phosphate tribasique hydraté de magnésie); mais la bobierrite ne contient pas de chaux et possède des propriétés optiques différentes de celles que j'ai indiquées plus haut; dans la bobierrite, comme nous l'a montré M. A. Lacroix ([1]), le plan des axes optiques est perpendiculaire à g^1(010) et $2E = 125°$ environ.

» On peut donc, je crois, regarder le phosphate tribasique de magnésie et de chaux hydraté que je viens de décrire comme constituant une espèce nouvelle, et je proposerai de lui donner le nom de *hautefeuillite*, en l'honneur du savant professeur de la Sorbonne, M. Hautefeuille.

» La hautefeuillite est accompagnée de cristaux d'apatite, de pyrite de fer et de monazite. »

GÉOLOGIE. — *Sur un schiste à chloritoïde des Carpathes.* Note de MM. **L. Duparc** et **L. Mrazec**, présentée par M. Fouqué.

« Nous avons étudié récemment quelques roches éruptives et métamorphiques, récoltées par M. le professeur Stephanesco dans la partie roumaine des Carpathes du sud, et, parmi celles-ci, nous avons trouvé un schiste à chloritoïde, qui nous paraît mériter quelque attention. L'échan-

(1) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 631.

tillon étudié provient de Lainiciu (vallée du Juil, district de Gorjiu); il est de couleur pâle et grisâtre, légèrement satiné. On observe, dans son intérieur, de nombreux nodules mesurant jusqu'à 4^{mm} de diamètre et constitués par un minéral noir, d'aspect micacé, à éclat résineux, que nous avons trouvé être du chloritoïde.

» En plaques minces, le schiste montre les éléments suivants : hématite, mica blanc et quartz, puis des particules charbonneuses. L'hématite se présente en petits grains opaques ou translucides montrant alors une couleur rouge foncé; ceux qui sont translucides ont, en général, un contour net. Le mica blanc en longs filaments et le quartz moiré forment un mélange intime dans lequel domine alternativement l'un ou l'autre de ces éléments. L'ensemble offre une disposition essentiellement microschisteuse et accuse de puissantes actions dynamiques qui se traduisent par des contournements microscopiques, analogues à ceux que l'on voit en grand dans les schistes fortement plissés.

» Les nodules, observables seulement sur des coupes très minces, sont alors transparents et de couleur verte. Ils présentent l'aspect de pseudosphérolithes formés par des individus lamellaires mâclés selon $p(001)$ et groupés en rosette. Le nodule étant coupé par un plan à peu près perpendiculaire à $p(001)$, ces lamelles simulent alors des fibrilles allongées, formées par les individus mâclés alternativement.

» L'allongement de ces fibres est négatif. Sur quelques individus on voit les traces du clivage $p(001)$ avec extinctions atteignant jusqu'à 16° et 18° par rapport à ce clivage. La dispersion est très forte, en lumière blanche l'extinction n'est jamais complète, mais remplacée par une teinte bronzée caractéristique.

» Sur un individu mâclé, on a mesuré, en lumière rouge, une extinction de 21° rapportée au clivage p; la même extinction se fait sous un angle de 17° en lumière bleue. Lorsque les extinctions se font à peu près symétriquement par rapport au plan de mâcle, l'angle d'extinction entre deux lamelles consécutives peut dépasser 40°. La biréfringence $ng - np$ est relativement forte, nous l'avons mesurée au comparateur Michel-Lévy et avons obtenu, avec deux instruments différents, le chiffre 0,016, qui se rapproche beaucoup de celui donné par M. Lacroix

» Le polychroïsme est intense : ng est jaune pâle, np vert jaunâtre et nm bleu verdâtre. Le relief est assez grand, la réfringence atteint 1,77.

» Entre les fibrilles de certains de ces nodules, on observe quelques grains de quartz secondaire. Les inclusions d'hématite y sont nombreuses;

les grains sont disposés en traînées qui prolongent celles que l'on voit dans le schiste et affectent les mêmes contournements. Il paraît évident que ces nodules se sont formés après les froissements dynamiques supportés par la roche, car ils ne sont nullement dérangés par ces derniers.

» Nous avons isolé ce chloritoïde au moyen de l'iodure de méthylène, après avoir pulvérisé la roche. La densité du minéral est de 3,5, sa dureté de 6. Au chalumeau, il fond difficilement et donne un verre noir magnétique. Dans le tube, il dégage de l'eau.

» L'analyse, faite sur du matériel purifié et passé à l'aimant, a donné :

SiO^2	25,17
Al^2O^3	34,70
FeO	34,04
CaO	0,14
MgO	0,57
H^2O	4,30

» L'excès de fer et la trop faible quantité d'eau proviennent d'un peu d'hématite restée dans le chloritoïde.

» Cette roche paraît donc ressembler aux schistes décrits par M. Termier dans le massif de la Vanoise, et qu'il attribue au permien et au trias. Elle se rapproche également des schistes de la vallée de Grossarl, en Salzbourg, décrits par M. Cathrein, et qui représentent l'équivalent des couches de Saarbruck. »

» M. Tisserand présente à l'Académie la photographie d'un bolide obtenue le 30 janvier dernier, par M. John E. Lewis, dont notre confrère, M. Daubrée, a récemment entretenu l'Académie (séance du 13 février 1893, p. 338).

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 mars 1893.

Traité descriptif des maladies de la peau; symptomatologie et anatomie pathologique, par MM. Henri Leloir, professeur à la Faculté de Médecine de Lille, et Émile Nidal, Membre de l'Académie de Médecine. Paris, G. Masson, 1893; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Bouchard.)

Les enseignements du choléra, par le Dr J. Arnould, professeur d'hygiène à la Faculté de Médecine de Lille. (Extrait de la *Revue d'Hygiène;* 1893.) Paris, G. Masson, 1893; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Note sur une nouvelle unité d'activité proposée pour remplacer le cheval-vapeur dans les estimations de la pratique industrielle, par M. L. Metrais. (Extrait des *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France*.) Paris, 1892; 1 broch. in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris. Comptes rendus des Séances. Tome XXXVIIIe, 2e livraison. Paris, F. Alcan, 1892-1893; 1 broch. in-8°.

Société des Ingénieurs civils. Annuaire de 1893. Paris, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

Les genres d'hépatiques de S.-F. Gray, par Auguste Le Jolis, Directeur perpétuel de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg. (Extrait des *Mémoires* de ladite Société, t. XXIX, 1893.) Paris, Baillière et fils, 1893; 1 broch. gr. in-8°.

Travaux et Mémoires des Facultés de Lille. Tome II, Mémoire n° 8. P. Duhem. *Sur la dissociation dans les systèmes qui renferment un mélange de gaz parfaits*. Lille, 1892; gr. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 6 mars 1893.)

Note de M. *Hugo Gyldén*, Sur la cause des variations périodiques des latitudes terrestres.

Page 478, les expressions de p et q doivent être remplacées par les suivantes :

$$\begin{aligned}
p = & -f_0 \sin\mu t\, e^{-\varkappa t} + g_0 \cos\mu t\, e^{-\varkappa t} \\
& + \sum \left(\frac{n^2}{\mu} b_s + n \frac{b_s \nu_s + a_s}{\nu_s} \right) \cos\mu(t - t_s)\, e^{-\varkappa(t-t_s)} \\
& - \sum \left(\frac{n^2}{\mu} a_s + n \frac{a_s \nu_s - b_s}{\nu_s} \right) \sin\mu(t - t_s)\, e^{-\varkappa(t-t_s)} \\
& - \frac{n^2}{\mu} \sum b_s - n \sum \frac{b_s \nu_s + a_s}{\nu_s} e^{-n\nu_s(t-t_s)};
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
q = & f_0 \cos\mu t\, e^{-\varkappa t} + g_0 \sin\mu t\, e^{-\varkappa t} \\
& + \sum \left(\frac{n^2}{\mu} b_s + n \frac{b_s \nu_s + a_s}{\nu_s} \right) \sin\mu(t - t_s)\, e^{-\varkappa(t-t_s)} \\
& + \sum \left(\frac{n^2}{\mu} a_s + n \frac{a_s \nu_s - b_s}{\nu_s} \right) \cos\mu(t - t_s)\, e^{-\varkappa(t-t_s)} \\
& - \frac{n^2}{\mu} \sum a_s - n \sum \frac{a_s \nu_s - b_s}{\nu_s} \Big)\, e^{-n\nu_s(t-t_s)}.
\end{aligned}$$

Note de M. *Ch. Degagny*, Sur la morphologie du noyau cellulaire chez les Spirogyras, etc.

Page 536, ligne 30, *au lieu de* Alors le noyau éclate, *lisez* Alors le nucléole éclate.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 MARS 1893.

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de Sir **Joseph Lister** à la place d'Associé étranger.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la prochaine éclipse totale.* Note de M. **J. Janssen**.

« Le monde astronomique se préoccupe en ce moment de la grande éclipse totale qui doit se produire le 16 avril prochain.

» C'est principalement sur la côte occidentale d'Afrique et dans nos établissements du Sénégal que le phénomène sera observé. Le temps paraît devoir y être très favorable. C'est sous la direction du Bureau des Longitudes que les observateurs ont été placés.

» M. de la Baume, bien connu de l'Académie par les observations déjà nombreuses de ces phénomènes qu'il a accomplies, et notamment par son expédition de Candie qui a eu un plein succès, m'a demandé encore l'assistance de l'observatoire de Meudon pour préparer une expédition indépendante.

» M. de la Baume avait déjà reçu le concours de l'observatoire pour deux expéditions analogues, celle de la Guyane française et celle de Candie; aussi n'ai-je pas besoin de dire que sa demande fut bien accueillie et que nous lui donnâmes toute assistance tant pour la discussion du programme que pour les instruments dont l'observatoire pouvait disposer. Pour les observations photographiques, nous avons même mis à la disposition de l'expédition M. Pasteur, chef de la Photographie à l'observatoire. Le caractère des observations sera surtout d'ordre photographique.

» M. de la Baume a disposé ses appareils de manière à obtenir des photographies de la couronne dans les conditions les plus variées comme intensité d'action lumineuse. Le spectre de la couronne en diverses régions du phénomène sera également photographié. Enfin, on a préparé également des appareils fondés sur la méthode de Photométrie photographique que j'ai proposée et qui permettront sans doute d'obtenir à ce point de vue une mesure de l'intensité lumineuse photographique de la couronne.

» A ma demande et pour donner à cette expédition toutes les facilités désirables, M. le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu lui donner son appui officiel.

» Il ne nous reste qu'à souhaiter bon succès à tous nos observateurs. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation d'une variété de graphite foisonnant.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Certaines variétés naturelles de graphite [1], chauffées en présence d'acide sulfurique ou d'un mélange d'acide sulfurique et de chlorate de potassium, prennent la propriété curieuse de foisonner abondamment lors-

---

(1) Nous croyons devoir rappeler à ce propos la définition donnée par M. Berthelot : « Je propose désormais de réserver exclusivement le nom de *graphite* aux carbones qui fournissent un *oxyde graphitique;* cette dénomination se trouvera ainsi définie d'une manière précise, et qui ne donnera plus lieu aux anciennes équivoques. » Berthelot, *Recherches sur les états du carbone* (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XIX, p. 403).

qu'on les porte ensuite au rouge sombre sur une lame de platine (Schafhäutl, Marchand et Brodie). M. Luzi (¹) vient de démontrer qu'il suffit d'imbiber ces graphites naturels d'une très petite quantité d'acide azotique monohydraté pour les voir ensuite se gonfler par la calcination en fournissant de petites productions vermiformes ou dendritiques.

» M. Luzi a divisé d'après ces propriétés les différents graphites en deux grandes classes : ceux qui se gonflent après l'action de l'acide azotique et auxquels il réserve le nom de *graphites* et ceux qui ne foisonnent pas dans ces conditions et qu'il appelle des *graphitites*.

» Le graphite de la fonte et celui de l'arc électrique ne produisent pas ce phénomène après traitement par l'acide azotique.

» Nous avons rencontré dans la terre bleue du Cap de Bonne-Espérance une variété de ce graphite foisonnant qui vient s'ajouter aux nombreux exemples de graphites similaires découverts par M. Luzi dans l'État de New-York (Ticonderoga), à Ceylan, à Québec, en Espagne, en Norwège, etc.

» Nos études des différentes variétés de carbone nous ont amené à reproduire à volonté cette espèce particulière de graphite. Il suffit, en effet, de refroidir brusquement de la fonte en fusion dans de l'eau pour obtenir à la surface du culot du graphite ordinaire, et à une faible profondeur, une notable quantité de graphite qui, traitée par l'acide azotique, se gonfle avec rapidité. On prépare ainsi un mélange des deux graphites ou, pour employer les dénominations de M. Luzi, un mélange de graphite et de graphitite.

» Lorsque l'on ne veut obtenir que du graphite foisonnant, il est préférable d'employer, pour dissoudre le carbone, un autre métal que le fer. Celui qui nous a fourni les meilleurs résultats est le platine.

» *Préparation du graphite foisonnant.* — On fond au four électrique un culot de platine d'environ 200^{gr} maintenu dans un creuset de charbon. Le platine entre rapidement en fusion et, après quelques minutes, il distille et vient se condenser, sous forme de gouttelettes fondues, sur la partie la moins chaude des électrodes. On laisse ce platine liquide se saturer quelques instants de carbone à cette haute température, puis, après cinq minutes, on arrête l'expérience et on laisse refroidir le métal dans le creuset en charbon. Il s'est formé dans ces conditions un carbure de platine, et l'excès de charbon a cristallisé dans la masse, sous forme de graphite. Le culot métallique est traité ensuite par l'eau régale à plu-

(¹) W. Luzi, *Sur le graphite* (*D. ch. G.*, t. XXIV, p. 4085, et t. XXV, p. 214).

sieurs reprises, enfin le résidu est lavé à l'eau bouillante et séché. Le rendement est de 1,45 pour 100.

» *Propriétés.* — Ce graphite est d'un gris ardoisé, moins noir que celui de la fonte. Il se présente en hexagones séparés, mais le plus souvent en piles de cristaux superposés. Au microscope, les lames hexagonales, qui sont très réfléchissantes, présentent quelques stries parallèles, et parfois des impressions triangulaires ne possédant pas le relief de celles que l'on rencontre dans le diamant. Quelques surfaces miroitantes fournissent aussi des lignes parallèles de forme quelconque.

» La densité de ce graphite varie de 2,06 à 2,08. Il brûle dans un courant d'oxygène dès la température de 575°. Ce graphite, ayant subi l'action de l'acide azotique dans le traitement à l'eau régale, foisonne abondamment aussitôt qu'on le porte au rouge sombre. En effet, dès la température de 400° il se gonfle à la façon du sulfo-cyanure de mercure. La masse légère obtenue dans ces conditions est formée de graphite, car, traitée par le mélange de chlorate de potassium et d'acide azotique, il se produit dès la première attaque, un oxyde graphitique d'une belle couleur verte, qui devient jaune clair dès la seconde attaque.

» Le nitrate de potassium, à sa température de fusion, est sans action sur cette variété de carbone. Si l'on chauffe un peu plus, le graphite se met à foisonner et il se détruit alors assez vite, mais rarement avec incandescence. L'acide chromique fondu ne l'attaque pas sensiblement. Cependant, au moment de sa décomposition, il se dégage une petite quantité d'acide carbonique. L'acide iodique, légèrement chauffé, l'attaque au contraire avec facilité; il se dégage d'abondantes vapeurs d'iode et de l'acide carbonique. Dans l'acide sulfurique à chaud, il ne change pas d'aspect et ne dégage point d'acide sulfureux même à l'ébullition. Enfin, le carbonate de soude en fusion le détruit avec rapidité.

» L'analyse de ce graphite foisonnant a été faite en en brûlant une petite quantité dans un courant d'oxygène pur et en pesant l'acide carbonique formé.

» Nous avons obtenu les chiffres suivants :

	N° 1.	N° 2.
Carbone	99,02	98,94
Cendres	1,10	1,02

» La variation du tube à eau n'étant que de $1^{mg},5$ nous pouvons en conclure que ce graphite ne renferme pas d'hydrogène ou qu'il n'en pourrait contenir qu'une quantité insignifiante.

» Les cendres, examinées au microscope, nous ont présenté l'aspect de

la mousse de platine et il a été facile, en les traitant par l'eau régale, de caractériser ce métal.

» En résumé, nous avons pu préparer soit par refroidissement brusque de la fonte, soit par solubilité du carbone dans le platine à haute température, une variété de graphite foisonnant analogue à celle que l'on rencontre dans la nature.

» Il nous restait à rechercher quelle pouvait être la cause du foisonnement de cette variété de graphite. Nous citerons sur ce point l'expérience suivante : on a chauffé environ 1^{cc} de ce graphite dans un tube à essai traversé par un courant d'air bien privé d'acide carbonique. Aussitôt que la température a été voisine du rouge sombre, la masse s'est gonflée rapidement et en même temps il s'est dégagé des vapeurs nitreuses et une petite quantité d'acide carbonique, qui a été recueillie dans de l'eau de baryte. Après départ du mélange gazeux et en présence d'une nouvelle quantité d'acide azotique, il ne s'est plus produit que des traces d'acide carbonique. Une dernière addition d'acide n'a plus donné aucun trouble de l'eau de baryte.

» Il nous semble donc que l'on peut attribuer ce foisonnement à un brusque départ gazeux dû, peut-être, à l'attaque au rouge sombre d'une petite quantité de carbone amorphe, comprimé entre les lames hexagonales du graphite ou, d'après M. Berthelot, à la décomposition pyrogénée d'une très petite quantité d'oxyde graphitique qui s'est produite sous l'action de l'acide azotique, aux dépens d'une trace de graphite amorphe mélangée avec le graphite cristallisé, et plus facilement attaquable. C'est, dans l'une ou l'autre interprétation, le dégagement brusque d'un faible volume de gaz dilaté par la chaleur qui produirait ce foisonnement particulier. »

CHIMIE. — *Recherches sur le samarium.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie les résultats d'un fractionnement par AzH^3 de la samarine de M. Cleve (¹). Ces résultats n'ayant pas toute la netteté désirable, j'ai refractionné, par l'acide oxalique, les têtes ammoniacales, lesquelles donnaient, mieux que les queues, les raies électriques Z_ε et la bande de renversement Z_ζ : le plus gros du Z_β s'y était accumulé.

» La tête oxalique est une terre presque blanche, ne montrant pas le renversement Z_β; la terre de queue, assez jaune, donne Z_β.

» Les spectres de renversement Sm et Z_ζ et les raies électriques Z_ε ont

(¹) *Comptes rendus,* 14 mars 1892, p. 575.

sensiblement la même intensité dans la tête et dans la queue oxaliques.

» J'ai vérifié que Z_ε et Z_ζ sont réellement plus marquées dans les têtes par AzH^3 que dans le centre et que dans les queues. Les trois bandes Sm sont aussi assez sensiblement plus marquées dans les têtes par AzH^3 que dans le centre, lequel ne contient pourtant, en quantité appréciable, aucune terre connue autre que Sm.

» Jusqu'à l'indigo du spectre, l'absorption Sm paraît constante dans les têtes, centre et queues par AzH^3; mais de légères différences de composition ne seraient pas ainsi révélées. M. Demarçay a bien voulu se charger de l'examen photographique de l'absorption dans le violet et dans l'ultraviolet; ses observations seront présentées par lui à l'Académie dans une Note spéciale.

» Il est remarquable qu'il ne soit pas sorti de mes fractionnements, si prolongés, un produit donnant, dans HCl, Z_ζ franchement plus forte que l'orangée Sm, alors que les deux bandes ne différaient déjà pas beaucoup avec la samarine primitive quand les conditions expérimentales étaient bonnes.

» M. Crookes n'a pas non plus obtenu sa raie anomale bien intense. Je pense que la bande Z_ζ et la raie anomale ont d'étroits rapports; elles se voient avec des matières riches en Sm, et augmentent (surtout l'anomale) quand les trois bandes du Sm, et principalement l'orangée, tendent à diminuer.

» Dans l'yttria très samarifère (sulfatée), la raie, dite anomale, a la λ indiquée par M. Crookes. Dans la gadoline, le lanthane et la terbine samarifères, la position varie. Les trois bandes Sm sont assez peu développées quand il y a beaucoup de Sm; l'anomale est alors à son maximum d'intensité. Avec très peu de Sm, le spectre de ce corps est brillant et l'anomale s'évanouit ou, du moins, n'est observable qu'au premier instant, car elle disparaît sous l'action un peu prolongée du flux électrique, en même temps que les trois bandes Sm gagnent rapidement en éclat. L'anomale est, au contraire, stable quand les bandes Sm se développent mal.

Mesure de l'anomale dans divers milieux sulfatés et au vide.

		λ.		
Yt^2O^3 exempte de Z_β....	100	608,7 (1)	Tr^2O^3 contenant Gd et Sm...	610,3
Sm^2O^3. Tête oxalique....	50		Tr^2O^3 contenant Sm et Gd + excès de La^2O^3 pur.....	611,2
Yt^2O^3 contenant Z_β......	40	609,1 (1)	La^2O^3 pur + beaucoup de Sm....................	612,7
Gd^2O^3.................	40			
Sm^2O^3...............	20			

(1) Ce qui est bien la position trouvée par M. Crookes : $\lambda = 609$.

	λ.
Gd^2O^3 contenant Z_β et Sm...	612,2
Gd^2O^3 contenant Z_β et Sm + excès de La^2O^3 pur.....	612,9
Gd^2O^3 contenant Z_β et surtout Sm..................	611,5
La^2O^3 pur + Gd^2O^3 samarifère......................	612,7

» La raie 619,6 que j'avais observée, au vide, avec du lanthane mêlé de gadoline samarifère et sulfaté, ne paraît pas appartenir à Z_β; du moins, ai-je obtenu une raie analogue avec de l'yttria, exempte de Z_β, additionnée de Sm (tête oxalique), exempt aussi de Z_β. Dans cette préparation, on ne voit pas d'ailleurs la bande verte de Z_β. Ici, la raie est nébuleuse et peu intense : $\lambda = 618,0$ environ.

» L'intensité relative des renversements Z_ζ et Sm orangée m'a particulièrement occupé; les observations que j'ai faites sur ce point feront l'objet d'une prochaine Communication. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Le pancréas et les centres nerveux régulateurs de la fonction glycémique. Démonstrations expérimentales empruntées à la comparaison des effets de l'ablation du pancréas avec ceux de la section bulbaire.* Note de MM. **A. Chauveau** et **M. Kaufmann.**

« Les très remarquables effets obtenus (*Comptes rendus*, 13 mars) quand on combine l'ablation du pancréas avec la section de la moelle épinière, dans la région cervico-dorsale moyenne, se reproduiraient-ils si, dans cette combinaison, on substituait la section bulbaire à la suppression du pancréas? Il était intéressant de le savoir pour s'assurer de la légitimité d'une de nos précédentes conclusions : l'identité du mécanisme par lequel les deux opérations agissent sur la fonction glycoso-formatrice du foie.

» A. *Effets produits sur la fonction glycémique par la section de la moelle épinière dans la région cervico-dorsale, quand cette section est* suivie *de la section bulbaire.*

» Nous rappellerons que la section médullaire pratiquée seule au point indiqué détermine l'hypoglycémie, et que cet effet n'est nullement modifié lorsque l'ablation du pancréas s'ajoute à la section bulbaire.

» *Expérience I.* — On coupe la moelle épinière entre la septième vertèbre cervi-

cale et la première vertèbre dorsale. L'animal est abandonné pendant la nuit, et le lendemain on pratique la section bulbaire et la respiration artificielle.

	Glycose pour 1000 dans le sang artériel.	Température rectale.
	gr	o
Avant la section prédorsale	»	39,1
Seize heures après la section prédorsale	0,852	26,1
Deux heures après la section bulbaire	0,800	25,0
Quatre heures vingt minutes après la section bulbaire.	0,743	23,5

» Voilà une expérience qui donne d'une manière très catégorique la réponse cherchée : la section bulbaire, pas plus que l'ablation du pancréas, n'empêche l'hypoglycémie déterminée par la section de la moelle épinière dans la région cervico-dorsale moyenne.

» *Expérience II.* — Sur le chien qui a servi de sujet dans cette expérience, la section bulbaire suivit immédiatement la section médullaire.

	Glycose pour 1000 dans le sang artériel.	Température rectale.
	gr	o
Avant les deux sections	1,428	»
De suite après	1,666	38,9
Une heure trente minutes après	1,250	35,7
Trois heures quinze minutes après	»	31,9
Cinq heures trente minutes après	0,833	29,0

» Dans cette seconde expérience, l'hypoglycémie, accompagnée d'hypothermie, s'est établie comme dans la première, toutefois avec une petite particularité qui a marqué la marche de l'hypoglycémie. Celle-ci a été précédée d'une très fugitive phase d'hyperglycémie, ce qui n'est pas très rare, nous l'avons déjà dit, dans les cas de section médullaire simple.

» B. *Effets produits sur la fonction glycémique par la section de la moelle épinière dans la région cervico-dorsale moyenne, quand cette section est* précédée *de la section bulbaire.* — La section bulbaire préalable, de même que la dépancréatisation, crée, dans les centres secondaires représentés par les ganglions sympathiques, un état de suractivité tel, que l'action paralysante ou inhibitrice de la section médullaire, dans la région cervico-dorsale, ne peut plus avoir prise sur eux. Dans les expériences qui ont donné cette démonstration, la section médullaire a été pratiquée entre la septième vertèbre cervicale et la première vertèbre dorsale

» *Expérience I.* — Les deux sections se suivent à cinq minutes d'intervalle :

	Glycose pour 1000 dans le sang artériel.	Température rectale.
	gr	o
Immédiatement avant la section bulbaire...........	1,214	»
Immédiatement après la section médullaire.........	1,888	37,4
Deux heures après cette dernière section...........	1,457	35,2

» *Expérience II.* — Les deux sections se suivent de très près. L'autopsie, pratiquée après l'expérience, a démontré que la section médullaire était incomplète; il n'y avait qu'une hémisection gauche :

	Glycose pour 1000 dans le sang artériel.
Immédiatement aprés les deux sections....................	3gr,923
Une heure après les deux sections.........................	3gr,923

» *Expérience III.* — La section médullaire n'est faite que dix minutes après la section bulbaire :

	Glycose pour 1000 dans le sang artériel.
Avant les sections..	1gr,000
Après la section médullaire............................	3gr,000

» *Expérience IV.* — La section médullaire n'est faite que dix minutes après la section bulbaire :

	Glycose pour 1000 dans le sang artériel.	Température rectale.
	gr	o
Avant la section bulbaire.........................	1,111	39,4
Dix minutes après la section médullaire............	1,666	36,3
Une heure dix minutes après cette section..........	1,250	34,5
Trois heures trente-cinq minutes après cette section.	0,877	32,3

» Ainsi, les résultats obtenus dans ces deux séries d'expériences ont été précisément ceux qui étaient cherchés : la section médullaire, précédée ou suivie de la section bulbaire, produit exactement les mêmes effets que la section médullaire précédée ou suivie de l'ablation du pancréas. Donc, au point de vue de l'action physiologique exercée sur l'appareil formateur du sucre, cette dernière opération se comporte exactement comme la section bulbaire. Or, celle-ci détermine la suractivité du foie en supprimant la transmission de l'influence d'un centre frénateur situé dans le bulbe. *Il en résulte nécessairement que l'ablation du pancréas agit par un*

mécanisme analogue, quand elle provoque l'hyperglycémie et la glycosurie : cette opération détermine l'annihilation du centre frénateur de la fonction glycoso-formatrice. Le pancréas agit donc sur cette fonction, par l'intermédiaire de ce centre frénateur, dont il excite l'activité, et sans doute aussi par l'intermédiaire du centre excitateur, qui est, au contraire, contenu dans son activité quand il est influencé par les produits de la sécrétion pancréatique interne qui sont versés dans le sang.

» C. *Le pancréas considéré comme agent régulateur direct des phénomènes nutritifs généraux liés à l'exercice de la fonction glycoso-formatrice.* — Ce point important ne peut être développé ici, faute de place. Nous devons nous borner, en ce qui le concerne, à la courte mention qui en est faite (15) dans le résumé général ci-après ([1]).

» *Résumé général, sous forme de propositions dogmatiques, des enseignements fournis par nos trois études expérimentales :*

» 1. La fonction glycoso-formatrice du foie est placée sous l'influence directrice d'appareils régulateurs.

» 2. Le diabète expérimental de Von Méring et Minkowski, dû, comme les autres, à la suractivité de cette fonction, montre que, dans sa régulation, le pancréas joue un rôle de premier ordre.

» 3. L'influence du pancréas ne s'exerce pas directement sur le foie; elle agit surtout sur des centres nerveux auxquels est départi le rôle de régulateur de la glande hépatique.

» 4. Ces centres régulateurs sont au nombre de deux : un centre frénateur, situé dans la partie bulbaire de la moelle allongée; un centre excitateur situé près de l'extrémité supérieure de la moelle cervicale entre le bulbe rachidien et l'origine de la quatrième paire spinale.

» 5. Le centre frénateur du foie transmet son action au système du grand sympathique par les *rami communicantes* des quatre premières paires cervicales.

» Le centre excitateur transmet la sienne par les *rami communicantes* que fournissent les dernières paires de la première moitié de la région dorsale de la moelle épinière.

» 6. Le pancréas actionne ces deux centres en sens inverse l'un de l'autre, de manière à produire des effets cumulatifs de même nature sur la

---

([1]) Les coupures nombreuses faites dans nos trois études ont nui à la clarté de l'exposition, tout en supprimant des documents importants. Nous renvoyons au prochain numéro des *Comptes rendus de la Société de Biologie*, où ces études seront reproduites *in extenso*.

fonction glycoso-formatrice. Ainsi, le centre frénateur est *activé* et l'excitateur *modéré* par les produits de sécrétion qu'on suppose être versés dans le sang par la glande pancréatique. L'ablation du pancréas, en supprimant cette sécrétion, détruit l'action frénatrice et exalte l'action excitatrice des centres nerveux. D'où suractivité considérable de la glycoso-formation, entraînant l'hyperglycémie et la glycosurie.

» 7. La section bulbaire entre l'atlas et l'occipital isole le centre frénateur. Il y a alors accentuation des effets du centre excitateur. Cette accentuation se manifeste avec toutes ses conséquences, l'hyperglycémie, la glycosurie, comme dans le cas d'ablation du pancréas, à un moindre degré pourtant, le centre excitateur n'étant pas *exalté* par la section bulbaire, comme cela arrive avec la dépancréatisation; il est seulement libéré de l'antagonisme du centre frénateur.

» 8. La section médullaire, en un point quelconque de la région comprise entre la quatrième paire cervicale et la sixième paire dorsale, laisse subsister l'action du centre frénateur, mais détruit celle du centre excitateur. Aussi cette opération entraîne-t-elle toujours l'hypoglycémie, suite de la diminution imprimée à l'activité de la fonction glycoso-formatrice du foie.

» 9. L'influence exercée par les deux centres nerveux régulateurs du foie ne s'adresse pas directement à cet organe. Elle n'y arrive que par l'intermédiaire des ganglions placés, comme des relais, sur le trajet des nerfs sympathiques, source directe de l'innervation viscérale.

» 10. Les ganglions du sympathique ne sont pas de simples agents de transmission. Ils constituent de véritables centres secondaires, tirant, il est vrai, toute leur activité des centres primitifs cérébro-spinaux, mais jouant néanmoins un rôle autonome très important. C'est, en effet, dans les cellules de ces ganglions que les actions frénatrices et excitatrices des centres essentiels se rencontrent et se modifient réciproquement.

» 11. L'importance physiologique de ce rôle autonome est de premier ordre. En effet, toute suractivité communiquée par l'un des centres cérébro-spinaux aux éléments ganglionnaires tend à s'y maintenir, si le centre antagoniste n'intervient pas pour imprimer à ces éléments une modalité physiologique contraire. Le maintien des communications entre les ganglions et le centre cérébro-spinal qui a créé la suractivité n'est même pas nécessaire à la conservation de celle-ci.

» Ainsi, l'aptitude frénatrice imprimée aux ganglions du système sympathique, par la section médullaire, qui annihile l'influence du centre excitateur, constitue, pour ces ganglions, une possession dont ils ne peuven

être destitués, même quand le centre frénateur est annihilé à son tour par la section bulbaire.

» De même, l'aptitude excitatrice communiquée aux ganglions par la section bulbaire, qui détruit l'action du centre frénateur, se conserve tout entière après qu'on a supprimé également toute influence du centre excitateur, par la section médullaire dans la région cervico-dorsale.

» 12. La suppression du pancréas agit exactement comme la section bulbaire dans toutes les circonstances dont il vient d'être question, relativement à la création et à la conservation, dans les ganglions sympathiques, des aptitudes frénatrice ou excitatrice de la fonction glycémique.

» Ainsi, sur l'animal privé de pancréas, la section cervico-dorsale de la moelle épinière, quoique entraînant la paralysie du centre excitateur de la production glycosique dans le foie, ne porte pas atteinte à la grande suractivité de cette production.

» De même, sur le sujet qui a subi d'abord la section médullaire, l'ablation ultérieure du pancréas ne modifie pas la dépression profonde provoquée par la première opération dans l'activité de la production glycosique.

» 13. Le rapprochement ci-dessus, entre les effets de la dépancréatisation et ceux de la section bulbaire, achève d'établir l'identité du mécanisme direct qui préside à la manifestation de ces effets. Le pancréas joue donc son rôle de frénateur du foie par l'intermédiaire des centres nerveux régulateurs de ce dernier.

» 14. Ces centres régulateurs agissent comme agents excito-sécréteur ou fréno-sécréteur. Mais leur action est nécessairement conjuguée avec celle des centres vaso-dilatateurs et vaso-constricteurs : les vaso-moteurs réglant le débit du sang à travers le système hépato-pancréatique et mettant ce débit en rapport avec l'activité fonctionnelle propre des éléments sécréteurs.

» 15. On est fondé à penser que le pancréas ne joue pas seulement un rôle dans la régulation de la fonction glycoso-formatrice du foie. Il ne faut pas perdre de vue, en effet, que, chez les sujets à jeun, l'incessante formation du sucre par le foie, dans tous les états physiologiques et pathologiques, s'effectue aux dépens de l'organisme lui-même. C'est la désintégration *histolytique*, phase première et nécessaire du travail incessant de la nutrition générale, qui *prépare* les matériaux sur lesquels s'exerce l'activité glycoso-formatrice du foie. La fonte rapide des sujets privés de pancréas autorise l'hypothèse d'une action modératrice directe exercée sur cette désintégration *histolytique* par la sécrétion pancréatique interne.

» Il y a chance aussi pour que cette sécrétion pancréatique soit sous la dépendance des centres bulbaire et cervical de la glande hépatique, celui-ci jouant à l'égard du pancréas le rôle de frénateur, celui-là le rôle d'excitateur, tous deux harmonisant leur action sur le foie et le pancréas, de manière à les faire concourir au même but.

» 16. L'ensemble des notions précédentes entraîne l'idée de l'unité dans la pathogénie du diabète. Quelle qu'en soit la cause primitive, les troubles essentiels qui le caractérisent doivent être rapportés au trouble des centres régulateurs de la fonction glycoso-formatrice du foie, particulièrement à la paralysie ou à l'inhibition plus ou mois complète du centre bulbaire, frénateur, à la fois direct et indirect, de l'activité des cellules hépatiques.

» Ceci nous ramène, par des voies détournées sans doute, mais très sûres, aux vues générales de Claude Bernard sur la pathogénie du diabète.

» Nous en avons fini avec cette nouvelle étude. Elle a eu pour point de départ cette pathogénie du diabète; mais elle visait comme but à atteindre l'élucidation d'une importante question de pure physiologie générale. La construction systématique dans laquelle nous venons d'enfermer nos solutions pêche certainement par plus d'un côté. Il nous a paru utile cependant de la présenter sans restrictions, ni réserves, pour mieux en faire apprécier la signification et la portée. Dans le même but, nous nous sommes abstenus de tout examen critique des théories et des faits antérieurement acquis. Le motif de cette abstention n'aura pas échappé aux personnes compétentes qui auront suivi avec attention l'enchaînement de nos démonstrations. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de feu M. *Abria*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

Sir H. Roscoë obtient	28 suffrages.
M. Cannizzaro »	17 »
M. Mendelejeff »	1 »

Il y a un bulletin blanc.

Sir **H. Roscoë**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devront être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Minéralogie, vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

Au premier tour de scrutin, destiné au choix du premier candidat, le nombre des votants étant 47 :

M. Lacroix	obtient.	45	suffrages.
M. Jannettaz	»	2	»

Au second tour de scrutin, destiné au choix du second candidat, le nombre des votants étant encore 47 :

M. Jannettaz obtient . . . . 46 suffrages.

Il y a un bulletin blanc.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

En première ligne	M. Lacroix.
En seconde ligne	M. Jannettaz.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1893.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Francœur. — MM. Hermite, Darboux, Bertrand, Poincaré, Picard réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Jordan et Lévy.

Prix Poncelet. — MM. Poincaré, Hermite, Darboux, Picard, Bertrand réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Appell et Resal.

Prix extraordinaire (*Mécanique*). — MM. de Bussy, Pâris, Bouquet de la Grye, Lévy, Sarrau réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Jonquières et Resal.

Prix Montyon (*Mécanique*). — MM. Lévy, Boussinesq, Sarrau, Resal, Deprez réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Léauté et Haton de la Goupillière.

Prix Plumey. — MM. de Bussy, Sarrau, Lévy, Resal, Léauté réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Pâris et Bouquet de la Grye.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Œschner de Coninck** adresse une nouvelle Note sur l'isomérie des acides amido-benzoïques.

Cette Note sera soumise, ainsi que les précédentes, à une Commission composée de MM. Friedel et Schützenberger.

M. **J.-L. Joubert** annonce l'envoi d'une « Étude statistique, médicale et anthropologique sur la Corse ».

(Renvoi au concours de Statistique, fondation Montyon).

M. **Carlier** adresse, par l'entremise de M. Larrey, un Mémoire manuscrit portant pour titre « La ville d'Évreux, son climat, son hygiène, ses maladies ».

(Renvoi au concours de Statistique, fondation Montyon).

M. **B. Walter** adresse une Note, écrite en allemand, sur la production artificielle du diamant.

(Commissaires : MM. Friedel, Moissan.)

M. **Roussel** adresse une Note relative à diverses expériences concernant la phototypie, l'impression sur étoffe, etc.

(Commissaires : MM. Friedel, Schützenberger.)

M. **L. Silhol** adresse une Note relative à un mode particulier de chargement des condensateurs électriques.

(Commissaires : MM. Marcel Deprez, Cornu.)

M. **E. Delaurier** adresse une Note sur une méthode de clarification et épuration des eaux impures.

(Commissaires : MM. Troost, Bouchard.)

CORRESPONDANCE.

Sir **J. Lister**, élu Associé étranger, adresse ses remercîments à l'Académie.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la distribution en latitude des phénomènes solaires observés à l'observatoire royal du Collège romain, pendant le quatrième trimestre* 1892. Note de M. **P. Tacchini**.

« Rome, 9 mars 1893.

» Les résultats relatifs à chaque zone de 10°, sur les deux hémisphères du Soleil, sont les suivants :

Latitudes.	Protubérances.		Facules.		Taches.	
+90° +80°	0,000					
+80 +70	0,015					
+70 +60	0,105					
+60 +50	0,049					
+50 +40	0,016	0,399	0,004			
+40 +30	0,051		0,026		0,010	
+30 +20	0,078		0,086	0,431	0,019	
+20 +10	0,040		0,177		0,250	0,442
+10 + 0	0,045		0,138		0,163	
— 0 — 10	0,044		0,056		0,106	
— 10 — 20	0,082		0,203		0,202	
— 20 — 30	0,100		0,211	0,569	0,221	0,558
— 30 — 40	0,138		0,086		0,029	
— 40 — 50	0,074	0,601	0,013			
— 50 — 60	0,125					
— 60 — 70	0,036					
— 70 — 80	0,001					
— 80 — 90	0,000					

» Les protubérances, les facules et les taches ont donc été plus fréquentes dans l'hémisphère austral, et nous n'avons aucune indication relative aux éruptions métalliques, bien que les phénomènes dans la chromosphère et dans l'atmosphère solaire aient été plusieurs fois assez considérables. Les taches ont leur maximum de fréquence dans les zones (+ 10° + 20°) et (— 10° — 30°), comme dans le trimestre précédent, et

en accord avec les facules. Les protubérances, au contraire, présentent les maxima de fréquence dans des zones plus éloignées de l'équateur, et où nous n'avons pas observé de facules ni de taches. Si la prédominance des phénomènes au sud continue, il devrait se manifester une correspondance dans les apparences de la prochaine éclipse. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Photographie de la couronne solaire, en dehors des éclipses totales*. Note de **George E. Hale**.

« Dans les *Comptes rendus* du 23 janvier dernier, se trouvent les expériences de M. Deslandres, faites dans le but de montrer la couronne solaire sans éclipse totale. M'étant occupé de cette même question pendant plus d'une année, je demande la permission de faire connaître également à l'Académie les résultats de mes recherches.

» C'est en mai 1892 que j'ai mis en pratique l'idée sur laquelle est fondée la méthode de M. Deslandres, et qui consiste à photographier la couronne avec la lumière d'une seule longueur d'onde, par l'intermédiaire du spectre. L'instrument dont je me suis servi est pourtant bien différent de celui qu'a employé M. Deslandres. C'est du spectrohéliographe que j'ai fait usage pour donner une image monochromatique de la couronne. Les résultats déjà obtenus au moyen de cet instrument, et dont j'ai présenté des épreuves à l'Académie, constatent que j'ai réussi quant aux protubérances, à la chromosphère et aux facules (voir *Comptes rendus*, t. CXV, p. 106). Ma méthode pour photographier aussi la couronne avec le même instrument a été expliquée, dans ses détails, à une séance de l'Académie des Sciences de Chicago le 6 décembre 1892. Voici l'abrégé de mon Rapport (¹).

» Dans mes premières tentatives pour photographier la couronne avec le spectrohéliographe de l'Observatoire de Kenwood, la première fente était un peu plus large que celle qui est ordinairement employée dans la photographie des protubérances. L'angle du réseau avec l'axe du collimateur était tel que les rayons ultra-violets du premier spectre venaient tomber sur la deuxième fente. La lumière directe du disque solaire était exclue du spectrohéliographe par un disque métallique d'un diamètre un peu plus grand que celui de l'image solaire. La marche des

(¹) Voir aussi *Astronomy and Astro-Physics*, t. XI, p. 792; *ibid.*, t. XII, p. 95.

fentes se faisait lentement et le temps de pose était plus long que cela n'est nécessaire pour les protubérances.

» On voit qu'il est possible d'employer la lumière d'une couleur quelconque dans la formation d'une image photographique du Soleil au moyen du spectrohéliographe. Dans les expériences de M. le Dr Huggins, l'action photographique était limitée aux rayons bleus. Les observations de M. Vogel sur l'absorption de l'atmosphère solaire démontrent que, du centre jusqu'aux bords du disque, l'absorption croît plus rapidement pour les ondes courtes que pour les ondes longues. Comme la plus grande partie de la lumière coronale ne souffre probablement pas de cette absorption [1], je crois que, jusqu'à une certaine limite, l'éclat de la couronne par rapport au ciel est en raison inverse de la longueur d'onde de la lumière employée pour l'observation. C'est sur ce principe que ma méthode est fondée; on voit que, en ceci, elle est en harmonie avec la méthode de M. le Dr Huggins.

» Quoique j'aie obtenu des clichés sur lesquels la présence de la couronne se laisse supposer, je fus bientôt convaincu que des instruments construits spécialement pour cet usage, et un ciel moins blanchâtre, étaient nécessaires pour obtenir un succès complet. En août, j'ai donc démonté un spectrohéliographe, dans lequel les deux objectifs ordinairement employés ont été remplacés par un seul miroir concave de verre argenté. L'image solaire formée par un miroir concave, de $0^m,16$ d'ouverture et de $1^m,25$ de longueur focale, tombe sur la première fente, d'où la lumière de la photosphère est exclue par un disque circulaire métallique. La lumière provenant des régions d'autour du Soleil entre par la fente, et vient tomber sur un miroir concave de $0^m,10$ d'ouverture et de $0^m,62$ de longueur focale; les rayons parallèles réfléchis sont dispersés par un réseau plan de Rowland. De nouveau, ils rencontrent le miroir concave, et les spectres des ordres différents sont formés sous la première fente, là où est située la deuxième fente. Passant alors par cette fente, ils tombent sur la plaque sensible; les fentes marchent en des directions opposées, et l'image est ainsi obtenue.

» La région du spectre qui servira le mieux à la photographie de la couronne sera à déterminer par l'expérience, mais la théorie paraît indiquer qu'elle est dans la partie ultra-violette.

» La construction de cet appareil a été commencée en août 1892, mais

---

(1) *Report of the Eclipse Expedition to Caroline island,* may 1883, p. 115.

les travaux ont été interrompus; il n'est pas encore complètement terminé. En avril ou en mai prochain, je compte me rendre au Colorado pour mettre ma méthode à l'épreuve ([1]). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les ondes électriques le long de fils minces; calcul de la dépression.* Note de M. **Birkeland**, présentée par M. Poincaré.

« Dans ma Note du 6 mars, nous avons vu que le développement de chaleur dans le conducteur exige qu'il y ait un rayonnement d'énergie *vers* celui-ci dans son voisinage immédiat, c'est-à-dire que les lignes de force électrique y forment un angle aigu avec la direction de propagation des ondes, sauf dans quelques petites parties où la force est négligeable.

» Mais cette circonstance n'empêche pas que les lignes de force un peu loin du conducteur puissent changer un peu de direction, de sorte que là il existera un rayonnement dans la direction opposée, de façon que la couche qui entoure le fil, où se trouve la plus forte concentration de l'énergie, va être vidée par des rayonnements dans les deux sens.

» Ce dernier rayonnement du voisinage du fil vers l'espace est bien possible, mais ne peut pas être considérable, puisque, dans mes expériences, je n'ai remarqué aucune dépression dans un fil de cuivre de 2^{mm}, et qu'il n'est pas probable qu'un rayonnement de cette espèce, toutes choses égales d'ailleurs, soit plus grand pour des conducteurs minces que pour des conducteurs épais.

» Calculons maintenant la dépression, en supposant qu'elle est due seulement à un rayonnement *vers* le conducteur; nous trouverons alors une valeur, qui au moins n'est pas plus grande que la dépression vraie.

» Considérons, comme dans la Note précédente, la petite surface cylindrique entre les deux plans qui s'avancent avec la vitesse $\frac{1}{A}$, et remarquons qu'en posant sa longueur l égale à 1^{cm} elle demeure en même temps très petite par rapport à la longueur d'onde, et très grande par rapport au diamètre du fil.

([1]) Un instrument semblable à celui de M. Deslandres, dans lequel deux prismes étaient employés de la même manière pour observer la couronne sans éclipse, a été imaginé par M. Harkness, il y a plusieurs années (*Bulletin Philosophical Society of Washington*, vol. 3, p. 116-119; *Beiblätter*, B. 5, S. 128), mais j'ignore s'il a été construit.

» Dans ce cylindre, une quantité de l'énergie électromagnétique est transformée en une quantité $i^2 r$ de chaleur par seconde. Cette énergie est empruntée au dehors, et nous nous proposons d'examiner quelle est la quantité totale d'énergie électromagnétique disponible pour la transformation.

» Dans notre Note du 16 janvier, nous avons dit que la disposition des appareils était symétrique par rapport aux deux plaques collectrices, de sorte qu'il y avait deux fils rectilignes tendus parallèlement. Alors nos deux plans souvent mentionnés découpent des petits cylindres congruents de chacun des deux fils et en observant que le courant coule en sens contraire, mais avec la même intensité dans ces parties des fils, nous pouvons comparer la distribution de l'énergie dans le diélectrique entre nos plans avec celle qui existerait, si l'un des conducteurs était *le retour de l'autre* et que le courant était périodique, mais à chaque instant uniforme tout le long du fil.

» Supposons pour le moment le courant stationnaire; alors nous trouverons, d'après Maxwell ([1]), l'énergie magnétique T par l'unité de longueur de *chacun* des deux fils (la formule de Maxwell donne la même énergie pour l'ensemble des deux)

$$T = \frac{1}{2} L_0 i^2 = \frac{1}{2}\left(2\log\frac{b}{\rho} + \frac{1}{2}\mu\right) i^2,$$

valeur que nous pouvons regarder comme exacte ([2]) même dans le cas des fils magnétiques, parce que la distance b entre ces deux fils est relativement très grande, $0^{m},80$.

» Or le courant est en réalité périodique avec une période extrêmement petite. Il faut donc corriger la valeur de T, en tenant compte de cette circonstance, ce que nous pouvons d'après une formule de Lord Rayleigh ([3]), qui donne la self-induction par l'unité de longueur d'un tel courant.

» Nous trouverons

$$T = \frac{1}{2} L i^2 = \frac{1}{2}\left(2\log\frac{b}{\rho} + \sqrt{\frac{\mu r_0}{2al}}\right) i^2,$$

r_0 étant la résistance ordinaire opposée par la longueur $l = 1^{cm}$.

---

(1) Maxwell, *Electricity and Magnetism*, t. II, § 685.

(2) Voir Lord Rayleigh, *Phil. Mag.*, 1886, p. 382 et Maxwell, *El. et M.*, traduction française, t. II, p. 372, Note de M. Potier.

(3) Rayleigh, *Phil. Mag.*, t. I, p. 390; 1886.

» L'énergie *totale* est ici sensiblement égale à $2T$, on le voit aisément en examinant les intégrales $\frac{1}{8\pi}\int(R^2+Z^2)\partial\tau$ et $\frac{1}{8\pi}\int P^2\partial\tau$.

» Maintenant la quantité d'énergie électromagnétique transformée par seconde dans notre cylindre est, d'après M. Poynting, ici au moins, très approximativement proportionnelle à la quantité totale d'énergie; nous en perdrons donc, dans le temps dt, la fraction $\frac{i^2 r}{i^2 L}dt = \frac{r}{L}dt$ et nous retrouverons ainsi le décroissement exponentiel, en obtenant pour l'énergie $\mathcal{E} = \mathcal{E}_0 e^{-\frac{r}{L}t}$ et, par conséquent, pour l'intensité du courant,

$$i = i_0 e^{-\frac{r}{2L}t} = i_0 e^{-\frac{rA}{2L}z}.$$

» Pour trouver r, nous appliquerons la formule suivante de Lord Rayleigh (*loc. cit.*) :

$$\frac{r}{r_0} \text{ égal à la partie réelle de } \frac{\Phi(ial\mu/r_0)}{\Phi'(ial\mu/r_0)},$$

Φ désignant la fonction de Bessel. Pour tous les fils, sauf les maillechorts, nous pouvons employer la valeur limite $r = \sqrt{\frac{1}{2}a\mu l r_0}$.

» En effectuant les calculs, nous obtenons le Tableau suivant :

	Fil de cuivre.	Maillechort. I.	Maillechort. II.	Fil de fer doux.	Fil de fer tréfilé.	Corde de piano.
…ession observée……	1,8 %	15,8 %	5,8 %	27,5 %	23,7 %	16,9 %
…10^4…………………	194	2070	347	$432\sqrt{\mu}(1+0,014\sqrt{\mu})^{-1}$	$424\sqrt{\mu}(1+0,14\sqrt{\mu})^{-1}$	$280\sqrt{\mu}(1+0,009\sqrt{\mu})^{-1}$
… calc. $100(i_0-i_1)/i_0$…	1,9 %	18,7 %	3,4 %	»	»	»
…pacité magn. induct…	»	»	»	68,4	49,2	49,6
…$-\varphi) = \text{arc}\left(\cot = \frac{2}{\rho A r}\right)$..	1″,0	5″,4	2″,0	17″,7	14″,7	19″,0

» Par mes mesures, j'espère avoir déterminé la hauteur de la première onde progressante avec une approximation de 2 pour 100; donc les différences $100(i_0 - i_1)/i_0$ peuvent être erronées de deux entiers.

» Les valeurs de μ ainsi obtenues sont plus petites que celles que l'on pourrait prévoir; d'après cela, *le coefficient de perméabilité magnétique doit décroître avec la période des ondulations*, ce qui sera en accord avec cette circonstance qu'on n'a pas encore reconnu aucune particularité dans les lois de la réflexion des ondes lumineuses sur le fer.

» Je me propose de vérifier ces formules par des expériences ultérieures. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les capacités initiales de polarisation.* Note de M. E. BOUTY, présentée par M. Lippmann.

« Il y a quelques années, M. Blondlot ([1]) a étudié par des méthodes très élégantes la capacité de polarisation d'électrodes de platine dans l'acide sulfurique et dans divers électrolytes en dissolutions concentrées. Ayant eu besoin de savoir si les mêmes lois sont applicables à la limite, dans le cas d'électrolytes liquides ou solides de très grande résistance spécifique, j'ai été conduit à reprendre quelques-unes de ces expériences par une méthode différente que je vais d'abord exposer sommairement.

» Cette méthode consiste essentiellement à introduire dans le circuit d'une auge électrolytique une résistance métallique R au moins comparable à la résistance r de l'auge et en tout cas assez grande ([2]) pour que la polarisation soit très lente et sa limite peu élevée. Soit E la force électromotrice de la pile. Au bout de quelques millièmes de seconde la différence de potentiel ε des électrodes de l'auge atteint une valeur

$$\varepsilon_0 = \frac{rE}{R + r},$$

qu'on peut considérer comme une valeur initiale, et croît ensuite très lentement vers une limite $\mathcal{E}$ telle que la différence $\mathcal{E} - \varepsilon_0$ est toujours très faible par rapport à E. On mesure à diverses époques t les différences de potentiel $\varepsilon - \varepsilon_0$ et, connaissant E, r, R, on en déduit, par un calcul facile, les polarisations totales p correspondantes de l'auge.

» Les mesures de t et les commutations nécessaires sont effectuées à l'aide de mon pendule interrupteur; une capacité (microfarad ou subdivisions) négligeable par rapport à celle de l'auge et faisant partie d'un circuit dérivé, greffé sur les électrodes, en est séparée au temps t et déchargée sur un électromètre, ce qui fournit la mesure de $\varepsilon - \varepsilon_0$.

» Je me bornerai à rapporter aujourd'hui les résultats généraux relatifs aux électrolytes en dissolution concentrée. Ils se résument en un petit nombre d'expériences fondamentales.

([1]) BLONDLOT, *Thèse de doctorat,* Paris, 1881.

([2]) Généralement de l'ordre de grandeur de 100000 ohms à un méghom.

» *Première expérience.* — Soit $I_0 = \frac{E}{R + r}$ l'intensité initiale du courant, peu différente de l'intensité moyenne et toujours supposée très faible; la polarisation p est fidèlement représentée par une formule

$$p = \frac{CI_0 t}{1 + Bt}. \tag{1}$$

Le coefficient C est, par définition, la capacité initiale de polarisation de l'auge. Le coefficient B, sensiblement indépendant de I_0, est caractéristique de la vitesse de la dépolarisation spontanée.

» *Deuxième expérience.* — Deux électrodes égales, plongeant dans un même liquide, sont d'abord placées l'une au-dessus de l'autre, à une distance de quelques millimètres, comme les plateaux d'un condensateur; on les met ensuite sur le même plan; enfin on les place dans deux auges séparées ne communiquant que par un siphon.

» Dans ces divers cas, la distribution du courant à la surface des électrodes est aussi différente que possible : les dépôts électrolytiques, s'il pouvait s'en produire, seraient très inégalement répartis et n'intéresseraient guère, dans le dernier cas, qu'une très petite portion des électrodes. Cependant, pour une même valeur de l'intensité initiale I_0, *les coefficients* C *et* B *de la formule* (1) *demeurent identiques;* ni la capacité initiale, ni la vitesse de dépolarisation ne sont altérées.

» Cette expérience établit l'indépendance complète des deux électrodes au point de vue de tous les phénomènes de polarisation.

» *Troisième expérience.* — Dans un même liquide, on associe des électrodes de même métal de façon à former des électrodes résultantes de surfaces S_1 et S_2 quelconques. Soient C_1 et C_2 les capacités initiales des deux électrodes. On a, par définition,

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}. \tag{2}$$

D'autre part, *quels que soient* S_1 *et* S_2, *égaux ou très inégaux* et quel que soit le sens du courant, l'expérience donne

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{K}\left(\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2}\right) \tag{3}$$

avec une valeur croissante de K. On a donc

$$C_1 = KS_1, \qquad C_2 = KS_2.$$

K est la capacité initiale par unité de surface.

» Cette expérience confirme la loi de l'indépendance de la capacité initiale par rapport au sens du courant, énoncée par M. Blondlot et démontrée par lui si nettement (S_2 négligeable par rapport à S_1).

» Tous ces résultats s'interprètent très simplement dans l'hypothèse de Helmholtz d'une couche double électrique à la surface du contact d'un métal et d'un électrolyte, et je les rapporte ici surtout comme un contrôle de la méthode que j'ai employée.

» Dans une prochaine Communication j'exposerai les résultats relatifs aux électrolytes fondus et aux électrolytes solides ou liquides de très grande résistance spécifique. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Influence de la fréquence sur les effets physiologiques des courants alternatifs.* Note de M. **d'Arsonval**, présentée par M. Bouchard.

« Un flux électrique traversant l'organisme excite les nerfs et les muscles uniquement par sa variation. Dans une Note antérieure, j'ai donné les moyens d'obtenir par synthèse, l'onde électrique représentant cette variation ([1]). Après avoir étudié les effets physiologiques d'une onde unique, de forme connue, j'ai, naturellement, été conduit à m'occuper des ondes périodiques. Ces recherches systématiques, poursuivies depuis 1881, m'ont donné des résultats que j'ai fait connaître dans des Notes éparses que résume la présente Communication ([2]). Pour étudier l'influence de la fréquence des excitations, j'ai employé un alternateur très simple, sans fer, dont le principe a été imaginé par M. Gramme en 1870, et qui peut donner jusqu'à dix mille alternances par seconde. Les courants produits étaient envoyés dans le primaire d'un appareil à chariot de du Bois-Reymond, sans fer, qui permettait de régler l'excitation en écartant les bobines, de façon à conserver la même intensité.

» Avec les basses fréquences, il n'y a ni douleur ni contraction musculaire, mais ce courant agit puissamment sur la nutrition en augmentant

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, 23 mars 1891.

([2]) Voir *Comptes rendus de la Société de Biologie*, des 1er avril 1882, 24 février et 25 avril 1891; *Conférences* faites à la Société des Électriciens et à la Société de Physique, avril 1892; *Archives de Physiologie*, années 1889 et suiv., etc.; *Comptes rendus*, 27 juin 1892.

l'absorption d'oxygène et l'élimination d'acide carbonique. Il est éminemment sédatif de la douleur et ces précieuses propriétés sont mises aujourd'hui à profit par différents cliniciens sur mes indications [1]. En augmentant la fréquence, l'excitation apparaît, mais le courant est de mieux en mieux toléré, *à intensité égale*, à partir de 2500 à 3000 alternances par seconde, ces chiffres semblant être l'optimum de l'excitation. Pour dépasser 10000 excitations par seconde, j'eus l'idée, en décembre 1890, d'utiliser le vibrateur du Dr Hertz permettant d'atteindre des fréquences énormes dépassant plusieurs millions par seconde.

» Je pus montrer alors, dans mes leçons publiques au Collège de France, ce fait surprenant que, lorsque le nombre des excitations est très considérable, les phénomènes d'excitation des nerfs et des muscles ne se produisent plus. Ce fait fut également communiqué à la Société de Biologie les 24 février et 25 avril 1891, antérieurement par conséquent à la publication faite à New-York le 23 mai 1891 par M. Tesla. Le vibrateur de Hertz donnant des courants peu intenses, je lui substituai le dispositif signalé par M. Élihu Thomson un an plus tard, dispositif que je remplace aujourd'hui par le suivant, dérivant des expériences de M. Élihu Thomson et surtout de celles de M. Lodge.

» Deux bouteilles de Leyde sont montées en cascade (*fig.* 1), leurs armatures internes AA' communiquent avec les pôles d'une forte bobine de Ruhmkorff, les armatures externes BB' sont réunies par un solénoïde CC' constitué par un gros fil de cuivre faisant 10 à 15 tours. En prenant comme pôles les extrémités CC' du solénoïde on obtient des étincelles beaucoup plus longues qu'en AA' et un courant oscillant extrêmement énergique. Ce courant peut porter au blanc une lampe à incandescence L, absorbant un ampère et tenue entre deux personnes DD' complétant le circuit. En substituant un alternateur à la bobine, j'ai pu faire traverser mon corps par des courants de plus de 3 ampères sans ressentir d'autre effet qu'un sentiment de chaleur au niveau des mains [2]. Si l'on veut augmenter la longueur d'étincelle, on introduit dans

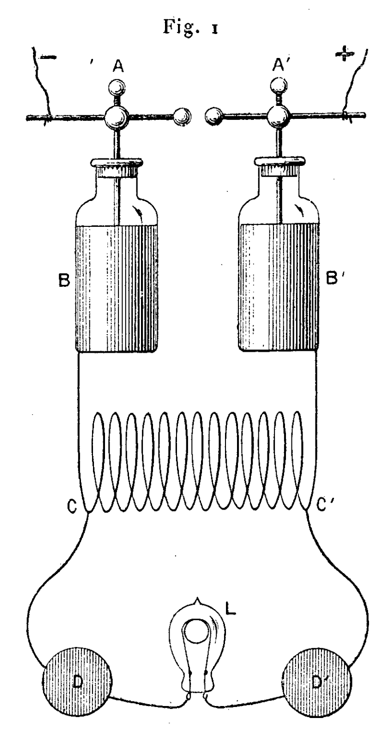
---

[1] Voir les publications de M. Apostoli et celles de MM. Gautier et Larat (*Académie des Sciences, Société d'Électrothérapie et Société de Biologie*, 1892).

[2] On a dit, pour expliquer l'innocuité de ces grandes intensités, que le courant de haute fréquence qui porte ces lampes au blanc est incomparablement plus faible que celui qu'elles absorbent dans les conditions ordinaires. Cette explication est erronée et voici comment je le démontre : Je porte au rouge un mince fil de platine avec le courant à grande fréquence ; je le plonge dans un vase contenant du pétrole et je note l'élévation de température qui correspond au passage du courant pendant cinq minutes, par exemple. Je recommence l'expérience, en portant le fil à la même tempé-

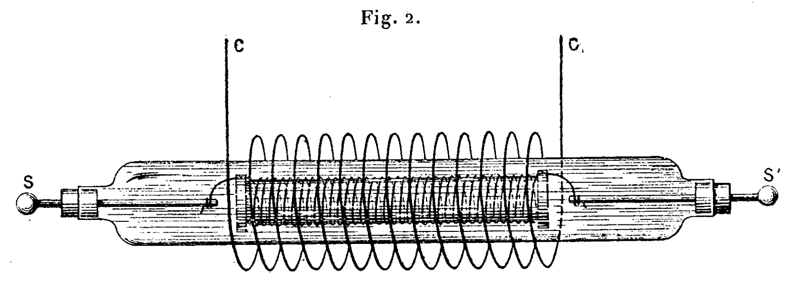
le solénoïde une bobine à fil fin, présentant un plus grand nombre de tours, et enfermée dans un cylindre de verre rempli d'huile minérale comme le représente la *fig.* 2.

Fig. 1



» Le courant émanant de CC' peut être employé de deux manières : ou bien on l'envoie directement dans les tissus à électriser, et l'on en gradue l'intensité en prenant

Fig. 2.



un nombre variable de spires; ou bien, on le fait circuler *autour* du corps à électriser

---

rature, avec un courant continu et je constate que l'échauffement du pétrole (et par conséquent l'intensité efficace), est le même dans les deux cas. M. A. Campbell Swinton, qui répète actuellement à Londres, sur une moindre échelle, les expériences que j'ai montrées l'an dernier, à Pâques, à la Société de Physique, admet cette explication.

que l'on plonge alors *dans* le solénoïde. Dans ce dernier cas le corps à électriser est parcouru par des courants induits très puissants, à cause de la fréquence et se comporte comme un conducteur fermé sur lui-même.

» Les phénomènes que j'ai observés dans le premier cas peuvent se résumer ainsi : 1° action nulle sur la sensibilité et la contractibilité; 2° production d'*analgésie* aux points d'application des électrodes; 3° dilatation vasculaire générale s'accompagnant d'une chute de la pression sanguine et de production de sueur; 4° augmentation des combustions organiques sans élévation de la température centrale mais avec déperdition plus grande du calorique à la périphérie, ainsi que le démontre le calorimètre.

» Ces expériences montrent, conformément à l'opinion que j'ai soutenue, que les nerfs sensitifs et moteurs sont, comme le nerf acoustique et le nerf optique, accordés pour des périodes vibratoires déterminées. Comme eux, ils ne répondent pas à des ondulations dont la fréquence est trop basse ou trop élevée. C'est un nouvel exemple des phénomènes d'inhibition sur lesquels M. Brown-Séquard a attiré l'attention des physiologistes. Ces résultats, dus à l'alliance de la Physique et de la Biologie, ouvrent à la Thérapeutique un champ nouveau et fécond ainsi que je le montrerai dans une prochaine Communication. »

OPTIQUE. — *Sur la mesure des grandes différences de marche en lumière blanche*. Note de M. **P. Joubin**, présentée par M. Mascart.

« Lorsque deux groupes d'ondes interfèrent avec un retard Δ, les franges d'interférence ne sont visibles, en général, dans la lumière homogène que dans trois cas : 1° le retard Δ est très petit; 2° on analyse la lumière au moyen d'un spectroscope; 3° on place sur le trajet d'un des groupes d'ondes un compensateur annulant le retard de l'autre. Mais, pour employer ce dernier procédé, il est nécessaire que les deux ondes soient suffisamment séparées pour qu'on puisse agir sur l'une d'elles seulement (miroirs de Jamin, etc.). Cela n'est pas toujours possible, par exemple dans le cas des anneaux de Newton ou des anneaux de réflexion sur les deux faces d'une lame de verre, etc.

» Une autre méthode qui n'a pas encore été signalée, à ma connaissance du moins, consiste à placer un compensateur anisotrope *à la fois sur les deux groupes d'ondes* qui ont traversé l'appareil interférentiel. Celui-ci reçoit alors de la lumière polarisée, qui, avant d'être analysée, rencontre une lame de quartz d'épaisseur e, parallèle à l'axe, ayant sa section principale à 45° du plan de polarisation.

» Dans ces conditions, si l'épaisseur e est convenablement choisie, les franges apparaissent. En effet, soient zéro et Δ les retards respectifs de chaque système d'ondes. Chaque groupe se divise en deux dans la lame cristalline et y prend des retards :

Le 1er........	(1)	zéro $+ ne$,	(2)	zéro $+ n'e$,
Le 2e........	(3)	$\Delta + ne$,	(4)	$\Delta + n'e$.

A leur sortie de l'analyseur ces quatre systèmes peuvent interférer et parmi eux les deux qui présentent un retard

$$\delta = \Delta + (n - n')e.$$

Si donc on a $\Delta - (n' - n)e = 0$, ce retard est nul et le phénomène est visible en lumière blanche.

» On sait de plus que l'on observera une frange achromatique lorsque la phase $\frac{2\pi\delta}{\lambda}$ sera maximum ou minimum pour les couleurs les plus éclatantes. Supposons d'abord que le phénomène observé soit celui des anneaux de Newton pour une épaisseur d'air égale à ε. La condition précédente sera remplie lorsque l'on aura

$$2\varepsilon = \left[n' - n - \lambda \frac{d(n' - n)}{d\lambda}\right] e.$$

La quantité ε est donc donnée par cette équation où le terme entre parenthèses est connu et l'épaisseur e mesurée.

» J'ai réalisé l'expérience au moyen d'un excellent appareil de M. Fizeau construit par M. Laurent. Il donne directement le $\frac{1}{50}$ de micron et par le vernier le $\frac{1}{500}$. On place une lame de quartz d'épaisseur connue en avant de l'analyseur et l'on abaisse le plan inférieur au moyen de la vis micrométrique. On aperçoit bientôt, en visant avec une petite lunette grossissant une dizaine de fois, un groupe d'ondes circulaires très fines naissant sur les bords du champ visuel et qui marchent vers le centre; lorsque la frange achromatique passe sous le réticule, on lit la quantité ε. De l'équation précédente on déduit alors le coefficient de e dans le second membre; il a pour valeur 0,0105, moyenne de nombres très concordants trouvés avec des épaisseurs de quartz variant de 1^{mm} à 30^{mm}. Le calcul direct donnerait 0,01035 pour $\lambda = 0^{\mu},5$. C'est-à-dire que l'épaisseur de quartz est environ 200 fois plus grande que l'épaisseur d'air. La frange achromatique se distingue avec une netteté parfaite, et la mesure est susceptible d'une grande précision.

» Avec une lame de spath, on peut employer des épaisseurs de cristal beaucoup moindres, car le terme

$$n' - n - \lambda \frac{d(n' - n)}{d\lambda}$$

est beaucoup plus grand. Il est sensiblement égal à 0,196 pour $\lambda = 0^{\mu},5$.

» On peut de même, par ce procédé, mesurer l'épaisseur des lames isotropes d'indice n. L'équation qui donne la frange achromatique sera, dans ce cas,

$$2\varepsilon\left(n - \lambda\frac{dn}{d\lambda}\right) = 0,0105 \times e.$$

Si l'on connaît n et $\frac{dn}{d\lambda}$, on en déduit ε; au contraire, connaissant n et ε, on trouve immédiatement la dispersion $\frac{dn}{d\lambda}$ pour une longueur d'onde très voisine de $\lambda = 0^{\mu},5$. J'ai pu ainsi facilement mesurer l'épaisseur de lames de verre, observer en lumière blanche les anneaux de réflexion, les franges de Brewster, etc.

» Il est facile de construire un compensateur au moyen de deux lames de quartz ou de spath parallèles à l'axe, taillées en biseau. Si, comme dans la mesure des dilatations au moyen de l'appareil de M. Fizeau, la variation d'épaisseur de la couche d'air est continue et lente, au lieu de s'astreindre à compter le nombre d'anneaux qui passent sur le réticule de la lunette, il suffit de mesurer quelle est l'épaisseur du compensateur qui ramène la frange achromatique au point de départ.

» Si, à ce compensateur on superpose une autre lame à faces parallèles, on pourra mesurer des retards variant dans de grandes limites, en remarquant que deux lames superposées ajoutent ou retranchent leurs épaisseurs suivant que leurs sections principales sont parallèles ou croisées.

» Enfin, si le compensateur peut être traversé par la lumière avant et après son passage dans l'appareil interférentiel, son épaisseur optique est doublée. Par exemple, si l'on produit des anneaux de Newton entre un plan de verre et une lentille de quartz parallèle à l'axe concave-convexe dont les deux rayons de courbure sont dans le rapport de 100 à 1, la condition d'achromatisme, étant satisfaite au centre, pour une certaine épaisseur d'air, le sera en tous les points, et la surface du plan paraîtra couverte d'anneaux comme en lumière homogène. »

OPTIQUE. — *Sur l'aberration sphérique de l'œil humain; mesure du sénilisme cristallinien.* Note de M. **C.-J.-A. Leroy**, présentée par M. Mascart.

« La méthode que j'ai décrite précédemment ([1]) pour mesurer l'aberration sphérique de l'œil m'a donné les résultats suivants :

Age.	Nombre.	1.	2.	3.	4.
10-20 ans	12	0,956	0,92	0,006	0,02
20-30 »	4	1,62	0,74	0,06	0,12
40-50 »	1	2,43	»	»	»
50-60 »	2	6,87	3,25	»	»
70-80 »	9	7,78	4,29	0,667	1,99

1. Aberrations moyennes
2. Différences individuelles maxima
3. Écarts moyens du résultat
4. Écarts moyens d'une observation

» L'aberration a été mesurée, dans le méridien horizontal, par le diamètre pupillaire tel que le donnait l'atropine. Ce diamètre étant très variable, 8,3 en moyenne chez quatre jeunes gens, et 6,6 chez les vieillards, les résultats ont été rendus comparables en calculant, dans chaque cas, la valeur que prendrait l'aberration pour une pupille de 8^{mm}, si elle variait en raison inverse du carré du diamètre. L'application de cette règle est sujette à caution dans ce cas particulier, mais j'ai dû m'en contenter provisoirement.

» Dans quatre cas, non compris dans le Tableau, j'ai noté une différence sensible entre l'aberration des rayons marginaux du côté temporal et du côté nasal, qui a varié entre 0,5 et 0,96D. On peut donc mesurer ainsi très simplement l'effet d'une asymétrie sur laquelle la méthode ophtalmométrique ne peut donner que des indications au prix d'observations très laborieuses.

» Les variations individuelles de l'aberration que l'on constate, à âge égal, exercent évidemment une influence sur le pouvoir séparateur optique de l'œil et, probablement, sur son pouvoir séparateur physiologique en acuité visuelle. J'ai constaté en mesurant l'acuité visuelle avant et après l'atropinisation qu'elle diminue toujours dans le dernier cas et que, *à diamètre égal, cette diminution est d'autant plus marquée que l'aberration est plus grande.*

([1]) *Méthode pour mesurer objectivement l'aberration sphérique de l'œil vivant* (*Comptes rendus*, 23 janvier 1893).

» Cette dernière conclusion ne peut être appliquée *a priori* au cas où la pupille a ses dimensions normales, parce que nous ignorons comment varie l'aberration de l'œil en fonction du diamètre pupillaire. D'autre part, la mesure directe de l'aberration à pupille normale est très difficile. Sa valeur est certainement inférieure au degré de précision de mes mesures ($\frac{1}{4}$ D); d'autre part, chez les jeunes gens, la loi du carré lui assignerait également pour une pupille de 4^{mm} une valeur inférieure à $\frac{1}{4}$ D.

» La conclusion immédiate et indiscutable qui ressort de mes recherches est la suivante : *L'aberration moyenne est une fonction de l'âge qui croît lentement chez les jeunes gens et très rapidement à partir de l'âge mûr, pour tendre vers un maximum qu'elle atteint dans la vieillesse*. Les causes de cette variation remarquable doivent être recherchées dans des variations de sens convenable que l'âge produirait dans la cornée ou dans le cristallin.

» On sait que la cornée, par suite de sa forme ellipsoïdale est sensiblement aplanétique; les observateurs gardant le silence sur l'influence de l'âge, j'ai essayé de résoudre la question en mesurant directement l'aberration chez les vieillards opérés de la cataracte. Malheureusement, il est rare que le résultat opératoire se prête à de bonnes mesures. Je n'ai pu retenir que trois cas, dont un seul était satisfaisant (pupille 8,3; aberr. 2D); dans les deux autres, j'ai noté les limites à partir desquelles la marche de la lumière était nettement simple, directe ou inverse. Entre ces limites aucun sens déterminé, ni aucun signe d'aberration n'était perceptible. En mettant cependant cette zone douteuse au compte de l'aberration, on aurait 1 et 1,75 D seulement. Il est donc très probable que ce n'est pas la cornée qui produit les variations constatées.

» Nous ne savons rien de l'excentricité des surfaces cristalliniennes; d'ailleurs cette lentille ne réalise pas la forme la plus avantageuse qui, ici, est un ménisque à concavité tournée vers la rétine.

» Mais nous savons que l'indice cristallinien, au lieu d'être uniforme, diminue du centre à la périphérie, d'où résulte une diminution de l'aberration de la lentille. Pour me rendre compte de la valeur de cette correction, j'ai déterminé, avec exactitude, par un procédé graphique, l'aberration de l'œil schématique. J'ai trouvé, pour un diamètre pupillaire de 8^{mm}, une aberration antérieure de 15D, dans laquelle la cornée entrait pour une part égale à 7,4. Si donc nous supposons la cornée aplanétique, l'effet correcteur dû à la variabilité de l'indice cristallinien doit être de 7,6D pour réaliser l'aplanétisme de la lentille et par suite de l'œil.

» L'aberration moyenne de l'œil jeune est 0,956D; si nous supposons la cornée aplanétique, l'effet correcteur de l'indice devra être

$$7,6 - 0,96 = 6,64\,\mathrm{D}.$$

Or le Tableau montre que l'aberration moyenne augmente des jeunes gens aux vieillards de 6,7D. *Les choses se passent donc comme si le sénilisme de la lentille avait pour résultat de faire tendre l'indice du cristallin vers l'uniformité.*

» Or on sait que le sénilisme du cristallin se traduit par une augmentation de sa densité, s'exerçant principalement au profit des couches corticales. Je me crois donc autorisé à formuler les propositions suivantes :

» *L'aberration sphérique de l'œil dépend principalement du cristallin et notamment de la variabilité de son indice.*

» *Chez les jeunes gens, cette variabilité est assez rapide pour corriger sensiblement l'aberration de l'œil.*

» *Cette variabilité diminuant avec l'âge, l'aberration de l'œil augmente et tend vers la valeur qu'elle aurait si le cristallin avait un indice uniforme voisin de celui de l'œil schématique.*

» *Les variations individuelles de l'aberration sphérique, à âge égal, sont la résultante de variations dans l'aberration cornéenne, mesurables à l'ophtalmomètre et de variations cristalliniennes non mesurables directement.*

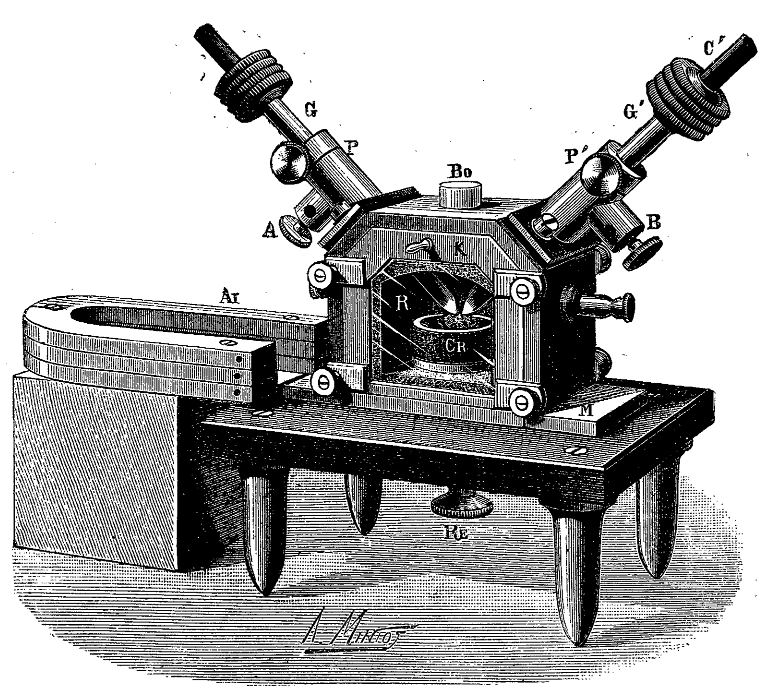
» Ces faits permettent d'entrevoir des conséquences pratiques d'une certaine importance. A l'aide d'un nombre suffisamment grand de mesures, on peut établir la courbe de l'aberration en fonction de l'âge; les différences individuelles se trouvant éliminées, cette courbe sera une fonction du décroissement de l'indice cristallinien en fonction de l'âge. Tout sujet, dont l'aberration surpassera celle de son âge fournie par la courbe, aura un cristallin prématurément sénile. Cette exagération devra être considérée comme un prodrome de la cataracte sénile, dont on pourra prévoir la révélation par ses signes habituels, dans un délai plus ou moins rapproché.

» D'autre part, sans recourir à cette courbe, l'aberration apparaît comme un réactif du milieu cristallinien, d'autant plus précieux peut-être que les expérimentateurs en physiologie normale et pathologique ne possèdent aucune base d'investigation analogue. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Creuset électrique de laboratoire, avec aimant directeur.* Note de MM. **E. Ducretet** et **L. Lejeune**.

« L'appareil que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie est destiné aux recherches et essais de laboratoire. Le premier type, que nous avons fait connaître en 1892, était à charbon vertical; il dérivait du four électrique de Siemens.

» Notre modèle actuel est encore vertical, mais ses charbons C, C′ sont obliques, mobiles dans leur monture métallique G, G′; il est facile de les amener en contact ou de les écarter l'un de l'autre. Comme dans le pre-



mier type, l'ensemble forme un *espace clos à parois réfractaires* R, *recevant le creuset mobile* Cr. Des conduits servent à la circulation des gaz et à l'introduction des matières soumises à l'action électrothermique de l'arc électrique. Les phénomènes de fusion et de réduction peuvent être directement observés, les parois de notre creuset électrique étant à fermetures mobiles K garnies de mica.

» Le creuset mobile Cr peut être déplacé de l'extérieur, au gré de l'opérateur; la sole sur laquelle il se trouve est commandée par la tige Re.

Suivant les matières à réduire, ce creuset Cr, en forme de coupelle, est en charbon, plombagine, magnésie, chaux, etc.; ou bien métallique.

» L'arc qui jaillit entre les deux charbons C, C′ est transformé, à distance, en une flamme allongée formant un véritable *chalumeau électrique*, par suite de l'*action directrice d'un aimant* Ai placé près de l'appareil. On peut ainsi diriger l'arc sur la matière contenue dans le creuset et l'amener graduellement au maximum de température.

» Le petit modèle que nous présentons peut supporter, avec des charbons d'un diamètre convenable, un courant de 40 ampères. Avec un courant de 12 ampères et 60 volts, on peut obtenir la réduction d'oxydes et la fusion des métaux les plus réfractaires en quantité plus que suffisante pour leur analyse physique ou spectrale. Toutes les expériences classiques et les essais de laboratoire qui exigent une température élevée peuvent être réalisés avec ce petit appareil.

» M. Moissan a montré le parti que les chimistes et les industriels peuvent tirer de la méthode électrothermique.

» Récemment, MM. Joly et Vèzes, à l'École Normale supérieure, avec notre creuset électrique, ont pu amener à l'état métallique, sans oxydation, le ruthénium et l'osmium, en les soumettant, en vase clos, en présence de gaz convenables, à la température très élevée que donne facilement l'arc électrique (*Comptes rendus*, n° 9, 27 février, et n° 11, 13 mars 1893). Le même appareil, construit en plus grandes dimensions, en employant un courant beaucoup plus intense, permet d'agir sur une masse plus grande de matières. Il convient, dans ce cas, de faire circuler un courant d'eau autour des montures métalliques P, P′ qui reçoivent les gros charbons; ces montures sont alors munies d'une double enveloppe de circulation.

» Il est indispensable d'interposer, entre l'opérateur et le creuset électrique, un large écran en verre fumée, en verres rouges ou en verres colorés de couleurs complémentaires superposées, donnant une teinte neutre; ces écrans arrêtent bien une grande partie des rayons lumineux que l'œil ne peut supporter, mais ils chauffent beaucoup; cet inconvénient est atténué par l'emploi de plaques au gélatinochlorure d'argent, avec lesquelles on peut obtenir (suivant le temps d'exposition à la lumière et la durée d'immersion dans le bain développateur) toutes les teintes jusqu'à l'opacité complète (1). »

---

(1) Nous remercions notre ingénieur, M. Roger, de son bon concours pour la construction de nos appareils et leur mise en expérience.

CHIMIE. — *Sur un phénomène de dissociation du chlorure de sodium, chauffé en présence d'une paroi de terre poreuse.* Note de M. DE SANDERVAL. (Extrait.)

« Lorsqu'on chauffe un tube de terre poreuse dans une atmosphère extérieure de chlorure de sodium en vapeur, mêlée d'air sec, il se remplit de chlore; la couleur jaune-vert de ce gaz est d'un ton très vif dans le tube; le chlore se dégage, isolé, par l'intérieur du tube, tandis qu'à l'extérieur l'atmosphère de chlorure de sodium n'en renferme qu'une très petite quantité à l'état libre.

» Il y a *réaction* chimique entre le chlorure de sodium et la silice du tube; le fait n'est pas nouveau, il y a aussi *dissociation* par la chaleur; ce sont là des dénominations du phénomène chimique ou physique constaté, mais non des explications; la théorie que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie en 1886 [1] indiquait la cause qui m'avait permis de prévoir cette séparation et le calcul qui pouvait l'annoncer.

» .... L'appareil se compose simplement d'un tube de terre introduit dans un tube de porcelaine, ou même de fer, plus large, le tout placé dans un four à tubes. Le chlorure de sodium est déposé entre les deux tubes, dans l'espace annulaire où il sera réduit en vapeur; en inclinant le fourneau, dans le sens de la longueur, on détermine un tirage suffisant pour amener dans cet espace l'air nécessaire, si l'appareil à dessécher l'air n'oppose pas une grande résistance à sa circulation.

» Bientôt le dégagement de chlore s'arrête, par suite de la formation des sels fusibles du sodium qui enrobent les réactifs, silice, alumine, oxyde de fer, dont le tube est formé, vernissent la paroi extérieure du tube et ferment les pores de la terre. On peut éviter cette obstruction en opérant avec des tubes de substances non siliceuses, mais alors l'expérience est troublée par d'autres inconvénients; j'ai employé, entre autres, un tube de charbon dans une atmosphère carbonique, un tube de chaux vive, obtenu facilement par la calcination dans le fourneau même où j'allais expérimenter, d'un tube de calcaire préparé sur le tour. »

---

[1] Cette théorie sur la constitution de la matière, présentée à l'Académie en manuscrit, a été publiée en 1887.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides hydurilique et désoxyamalique.* Note de M. C. **Matignon.**

« *Acide hydurilique* $C^8O^6Az^4H^6$. — Dans ses études sur les uréides, M. von Baeyer envisagea l'acide hydurilique comme une diuréide résultant de l'union des acides barbiturique et dialurique

$$\underbrace{C^4O^3Az^2H^4}_{\text{Acide barbiturique.}} + \underbrace{C^4O^4Az^2H^4}_{\text{Acide dialurique.}} = \underbrace{C^8O^6Az^4H^6}_{\text{Acide hydurilique.}} + H^2O.$$

» La détermination des chaleurs de combustion des différents termes de cette équation (acide barbiturique, $161^{Cal},8$; acide dialurique, $202^{Cal},1$; acide hydurilique, $302^{Cal},9$) m'a permis de calculer la chaleur mise en jeu dans cette formation hypothétique de l'acide; j'ai trouvé ainsi $+10^{Cal},3$, en prenant tous les corps à l'état solide. La grandeur de ce nombre rendait probable la synthèse de l'acide hydurilique dans ces conditions; c'est, en effet, le résultat auquel je suis arrivé.

» Les acides dialurique et barbiturique, réduits en poudre fine, sont mélangés intimement, puis placés par petites portions dans un tube à essai; je chauffe ensuite progressivement jusqu'au moment où la matière commence à noircir. Le résidu noirâtre, repris par un peu d'eau bouillante, puis filtré, fournit une liqueur qui prend avec le perchlorure de fer la coloration verte caractéristique de l'hydurilate ferrique; de plus, cette solution verte devient rouge sang à l'ébullition, en donnant l'oxhydurilate ferrique. Tous ces caractères, essentiellement particuliers à l'acide hydurilique, suffisent pour ne laisser aucun doute sur la production de cet acide. Les solutions des acides dialurique et barbiturique, mêlées ensemble, paraissent ne fournir d'acide hydurilique ni à chaud, ni à froid.

» Comme les restes urée qui existent dans la malonylurée et la tartronylurée persistent dans l'acide hydurilique, on ne peut expliquer la formation précédente qu'en admettant la soudure des deux molécules des corps constituants par l'intermédiaire des carbones centraux, ce qui conduit à la formule suivante :

$$\begin{array}{l} AzH-CO \\ | \qquad\quad | \\ CO \quad CH(OH) \\ | \qquad\quad | \\ AzH-CO \end{array} + \begin{array}{l} CO-AzH \\ | \qquad\; | \\ CH^2 \quad CO \\ | \qquad\; | \\ CO-AzH \end{array} = \begin{array}{l} AzH-CO \quad CO-AzH \\ | \qquad\quad | \qquad | \qquad | \\ CO \quad CH-CH \quad CO \\ | \qquad\quad | \qquad | \qquad | \\ AzH-CO \quad CO-AzH \end{array} + H^2O.$$

» L'acide hydurilique dérive donc de l'acide barbiturique comme l'éthane dérive du méthane :

$$\begin{aligned} 2C^4O^3Az^2H^4 &= C^8O^6Az^4H^6 + H^2, \\ 2CH^4 &= C^2H^6 \qquad + H^2. \end{aligned}$$

» La formule précédente explique toutes les propriétés de l'acide.

» *Acide désoxyamalique* $C^{12}O^6Az^4H^{14}$. — A la suite de ses recherches sur la caféine, la théobromine et la xanthine (1), M. Fischer obtint par distillation de l'acide amalique un nouveau produit auquel il donna le nom d'*acide désoxyamalique*. Le procédé de M. Fischer ne donne que des quantités assez faibles de ce composé qui distille en se décomposant partiellement. J'ai pensé d'après cela qu'il devait se détruire en grande partie dans sa préparation, et qu'en chauffant l'acide amalique en tube scellé à une température inférieure à celle de la distillation, on pourrait peut-être transformer complètement l'acide amalique et augmenter le rendement. L'acide amalique réduit en poudre fine est chauffé en tube scellé à 210°-220°; à la place de l'acide introduit, on trouve un magma de petits cristaux brillants légèrement bruns qui sont très peu solubles dans l'eau et qui présentent tous les caractères de l'acide désoxyamalique. Le rendement se trouve triplé dans ces conditions. Si l'acide amalique n'est chauffé qu'à 180°-185°, on obtient d'autres produits dont je me propose de faire l'étude.

» L'acide désoxyamalique est presque aussi insoluble à chaud qu'à froid; cependant, en opérant sur un volume d'eau considérable, j'ai pu obtenir l'acide sous forme de petits cristaux brillants, isolés, très durs, qui paraissent constitués par des prismes à base carrée, terminés par les faces de l'octaèdre.

» La chaleur de combustion de cet acide, comparée à celle de l'acide amalique ou tétraméthylalloxantine, donne le résultat suivant :

Acide désoxyamalique.......	$1321^{Cal},8$
Acide amalique..............	$1240^{Cal},5$
Différence..........	$81^{Cal},3 = 40^{Cal},65 \times 2$

» Or cette différence de $40^{cal},6$ paraît caractéristique pour un corps et son dérivé hydroxylé; en effet, on a, d'après mes déterminations :

Acide acétique....	$206^{Cal},2$	$+40^{Cal},2$	Acide malonique..	$207^{Cal},2$	$+41^{Cal},4$
Acide glycolique..	166^{Cal}		Acide tartronique.	$165^{Cal},8$	

» On peut donc en conclure que la tétraméthylalloxantine est le dérivé dihydroxylé de l'acide désoxyamalique; or je démontrerai prochainement que l'alloxantine est le dérivé dihydroxylé de l'acide hydurilique, de sorte que les acides amalique (tétraméthylalloxantine) et désoxyamalique présentent entre eux la même relation que l'alloxantine et l'acide hyduri-

(1) *Annalen der Chem. und Pharm.*, t. CCXXI, p. 839.

lique ; en un mot *l'acide désoxyamalique est l'acide tétraméthylhydurilique ;* sa formule de constitution est donc

$$\begin{array}{cccccc}
(CH^3)Az- & CO & & & CO & -Az(CH^3) \\
| & | & & & | & | \\
 & CO & CH- & CH & CO & \\
| & | & & & | & | \\
(CH^3)Az- & CO & & & CO & -Az(CH^3)
\end{array}$$

» Les chaleurs de combustion des acides hydurilique et désoxyamalique en donnent une nouvelle confirmation.

	Cal
Acide désoxyamalique.......	1321,8
Acide hydurilique...........	658,5
Différence......	663,3 = $165^{Cal},8 \times 4$

» Or, j'ai montré (¹) que cette différence de $165^{cal},8$ était caractéristique pour les dérivés méthylés où le radical est lié à l'azote.

» Les faits chimiques suivants apportent de nouvelles preuves de la relation exprimée entre les deux acides :

» 1° J'ai trouvé que l'acide désoxyamalique décomposait l'azotate d'argent à l'ébullition en donnant naissance à un produit d'oxydation caractérisé par la coloration rouge sang qu'il donne avec le perchlorure de fer. M. von Baeyer a montré que l'acide hydurilique donnait dans les mêmes conditions un acide oxyhydurilique donnant la même réaction rouge sang.

» 2° J'ai établi également que les solutions d'acide désoxyamalique, ou mieux celles de ses sels plus solubles, donnent une belle coloration verte toutes les fois que l'on ajoute du perchlorure de fer ; les acides forts ou les alcalis en excès empêchent cette coloration. L'ébullition fait passer immédiatement la coloration du vert au rouge, si l'on ajoute un excès de perchlorure. L'acide hydurilique, comme on le sait, présente exactement les mêmes caractères avec les mêmes restrictions.

» 3° L'acide hydurilique peut fournir par oxydation l'alloxane, l'acide tétraméthylhydurilique fournit la diméthylalloxane.

» 4° Dans l'acide hydurilique $C^8O^6Az^4H^6$ j'ai mis en évidence trois fonctions acides différentes (²) ; dans son dérivé tétraméthylé $C^8O^6Az^4H^2(CH^3)^4$, il ne doit plus exister que deux hydrogènes remplaçables par des métaux et, par conséquent, seulement deux fonctions acides. J'ai préparé, en effet, le sel bibasique de potasse ; il cristallise en cristaux brillants, durs, transparents, un peu jaunâtres, qui présentent beaucoup de ressemblance avec

(¹) C. Matignon, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 550.
(²) *Ibid.*, t. CXV, p. 955.

l'hydurilate bibasique. Ses chaleurs de dissolution dans l'eau et dans une solution de potasse en excès correspondent aux nombres $+ 0^{Cal},50$ et $+ 0^{Cal},46$; il en résulte bien que la potasse n'a plus d'action sur le sel bipotassique de l'acide désoxyamalique, lequel ne présente donc pas la troisième fonction acide constatée dans l'acide hydurilique. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Action du coton sur le sublimé absorbé en solutions étendues.* Note de M. **Léo Vignon.**

« J'ai constaté que le mercure qu'absorbe le coton [1], par immersion dans les solutions étendues de sublimé, affecte trois états distincts :

» 1° Une partie est soluble dans l'eau froide;

» 2° Une partie est soluble dans l'eau acidulée froide (10 pour 100 H Cl à 22°);

» 3° Une partie peut être dissoute par les solutions aqueuses de chlorure de sodium (10 pour 100 Na Cl) à l'ébullition.

» Il est facile de mettre ces faits en évidence.

» *a.* On fait macérer 10^{gr} de coton avec 100^{cc} d'eau distillée, pendant douze heures, à la température ordinaire. Par comparaison colorimétrique avec une solution type de sublimé au dix-millième sous l'action de l'hydrogène sulfuré, on dose le mercure ainsi dissous. Il est abandonné par le coton à l'eau de macération sous forme de chlorure mercurique $HgCl^2$; on constate en effet que l'eau renferme un excès d'H Cl par rapport à Hg Cl, ce qui exclut la présence d'oxychlorures.

» *b.* Le coton, précédemment traité, est rincé complètement à l'eau distillée, jusqu'à ce qu'il n'abandonne plus aucune trace de mercure; puis, après l'avoir essoré et pesé, on le fait macérer avec un certain volume d'acide chlorhydrique étendu (10 pour 100 H Cl à 22°, exempt de chlore) de telle sorte qu'il soit en présence de 100^{cc} de liquide. Après douze heures de contact, on dose Hg colorimétriquement avec un type de sublimé au vingt-millième renfermant 10 pour 100 H Cl à 22°. Cette comparaison colorimétrique doit s'effectuer rapidement, Hg S se précipitant facilement en présence d'H Cl. Le mercure que l'on dose ainsi se trouvait sur le coton sous forme d'oxyde Hg O.

» *c.* Le coton est lavé ensuite à l'eau distillée jusqu'à ce qu'il ne renferme plus d'acide chlorhydrique : on l'essore et on le pèse, puis il est mélangé avec un volume de solution de chlorure de sodium à 10 pour 100 tel, que le coton soit au contact de 100^{cc} de liquide; on porte à l'ébullition quelques minutes et l'on abandonne douze heures au refroidissement dans une étuve vers 25° à 30°. Dans cette solution enfin, on dose Hg colorimétriquement par H^2S, en procédant par comparaison avec un type de sublimé

---

[1] *Comptes rendus,* 6 et 13 mars 1893.

au dix-millième renfermant 10 pour 100 NaCl. Le mercure trouvé correspond au calomel Hg^2Cl^2.

» Trois échantillons de coton, préparés par immersion dans une solution aqueuse de sublimé au millième, puis séchés à la température ordinaire vingt jours après leur préparation, cédaient aux dissolvants :

	I.	II.	III.
Hg à l'état de sublimé $HgCl^2$........	22 °/₀	26 °/₀	28 °/₀
» d'oxyde HgO............	70	65	59
» de calomel Hg^2Cl^2.......	8	9	13
Total...............	100	100	100

» Trois échantillons de coton préparés comme les précédents, conservés vingt jours à la température ordinaire, puis chauffés quinze heures à l'étuve à une température de 60° cédaient aux dissolvants :

	I.	II.	III.
Hg à l'état de sublimé..............	12 °/₀	21 °/₀	22 °/₀
» d'oxyde................	50	57	25
» de calomel..............	38	22	53
Total...............	100	100	100

» Le chlorure et l'oxyde mercurique ont diminué tandis que le calomel a augmenté.

» Ces expériences, rapprochées de nos résultats antérieurs, nous autorisent à formuler les conclusions suivantes :

» 1° Le coton blanchi, plongé dans des solutions étendues de sublimé, fixe de l'oxyde mercurique en excès par rapport à l'acide chlorhydrique. La fixation peut dépasser 3(HgO) pour 1(HCl).

» 2° Ce coton, séché à la température ordinaire, puis immergé dans l'eau au bout de quelques jours, ne cède qu'une partie de son mercure à l'état de sublimé $HgCl^2$, et de l'acide chlorhydrique HCl; il conserve de l'oxyde mercurique HgO et du chlorure mercureux Hg^2Cl^2.

» Il est probable que le calomel s'est formé par la réaction

$$HgCl^2 + HgO = Hg^2Cl^2 + O,$$

l'oxygène étant absorbé par la cellulose qui se transforme en oxycellulose.

» 3° Par l'action d'une température de 60° pendant quelques heures, le chlorure et l'oxyde mercurique diminuent et la proportion de calomel augmente. Cette action est assimilable à celle que doit exercer le temps, agissant avec une vitesse moindre, à la température ordinaire.

» De ces faits découlent un certain nombre de déductions utiles à con-

naître pour la préparation des matériaux de pansement au moyen du sublimé. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence de l'alcalinité du sang sur les processus d'oxydation intra-organique provoqués par la spermine.* Note de M. **Alexandre Pœhl**, présentée par M. A. Gautier.

« A deux reprises différentes ([1]), j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie le résultat de mes recherches sur le rôle joué par la spermine dans l'organisme.

» Il ressort des observations chimiques, physiologiques et cliniques que cette substance est un ferment d'oxydation intra-organique. Ayant établi qu'elle existe dans presque toutes les glandes et qu'elle fait partie du sang normal, je me propose de rechercher les conditions qui déterminent les variations de son pouvoir.

» Les causes qui le diminuent peuvent être réduites à deux : 1° la faible production de spermine dans l'organisme par suite de l'absence ou de l'arrêt de fonctionnement de certaines glandes; 2° la transformation de la spermine en sa forme inactive. Nous considérerons ici le deuxième cas, de beaucoup le plus fréquent.

» La spermine agit d'une façon catalytique et son action ne se manifeste que lorsqu'elle est en solution. D'autre part, l'état sous lequel elle peut se trouver insolubilisée dans l'organisme est sa forme de phosphate.

» Le professeur Charcot avait découvert le phosphate de spermine en cristaux microscopiques dans le sang des leucocythémiques, et, plus tard, Leyden, Vulpian, Robin ont constaté la présence de ces cristaux dans diverses maladies, et toujours dans celles où les oxydations intra-organiques sont diminuées.

» J'ai trouvé que ce phosphate se présente également sous l'état amorphe, qui est aussi insoluble dans l'eau et le sérum et qui, peu à peu, se transforme en cristaux de Charcot. J'ai l'honneur de présenter à l'Académie avec cette Note une série de microphotogrammes montrant les phases sucessives de cette transformation. On y voit les agrégations de masses amorphes transformées successivement sur place en quelques minutes en groupes de cristaux.

([1]) *Comptes rendus*, 11 juillet et 10 octobre 1892.

» Le phosphate amorphe de spermine se forme par l'addition d'acide phosphorique à une solution alcaline de spermine. Cette formation a lieu avant l'apparition de la réaction acide.

» Dans les cas anormaux, il se rencontre dans l'organisme des conditions analogues; cette réaction s'effectue, probablement, surtout dans les tissus nerveux.

» On sait que ces tissus contiennent une quantité notable de lécithines et qu'en se dédoublant ces substances donnent naissance à de l'acide phosphoglycérique. D'après les recherches de Funke, Ranke et Afanassieff, nous savons que l'irritation des tissus nerveux amène leur réaction acide, d'où découle la diminution de l'alcalinité du sang qui les traverse. L'augmentation des produits de dénutrition acides du tissu nerveux et les conditions donnant naissance à l'acide phosphorique (comme terme ultérieur du dédoublement des lécithines) sont avec la diminution de l'alcalinité du sang des circonstances favorables pour la transformation de la spermine soluble, et par conséquent active, en phosphate insoluble, et par conséquent inactif. Il sera donc facile de s'expliquer les motifs de la diminution des oxydations intra-organiques à la suite des maladies nerveuses, et l'effet favorable, dans ces cas, des injections sous-cutanées de spermine soluble.

» La diminution de l'alcalinité du sang n'est pas causée seulement par les produits de l'irritation du tissu nerveux, elle peut encore résulter de l'insuffisance des oxydations et de la vie anaérobie des tissus mous, ainsi que vient de l'établir M. Armand Gautier ([1]).

» La diminution de l'alcalinité du sang est en réciprocité avec la transformation de la spermine en sa forme inactive, et les nouvelles recherches de Krause, Witkowsky, Swiatezki, Horbaczewski, etc. démontrent que la diminution de l'alcalinité du sang se produit dans beaucoup de maladies où les processus d'oxydation intra-organiques sont toujours diminués.

» La relation entre les dyscrasies acides et les maladies nerveuses, découverte par le professeur Charcot et son école, trouve son explication dans les faits que nous venons de rapporter. On s'explique de même que la coïncidence des maladies nerveuses et du catarrhe d'estomac, qui est toujours accompagné d'une surproduction d'acide urique, soit défavorable au traitement, les deux affections concourant l'une et l'autre à diminuer l'alcalinité du sang.

([1]) *Archives de Physiologie*, de Brown-Séquard; janvier 1893.

» La corrélation entre l'alcalinité du sang et l'effet des injections de spermine a été établie par des expériences directes en employant, dans certains cas, à la fois les injections sous-cutanées de spermine et un traitement propre à augmenter l'alcalinité du sang, les eaux de Contrexéville ou le sulfate de soude, par exemple.

» Nous conclurons donc que les processus d'oxydation intra-organique et les effets de la spermine sont en relation réciproque et directe avec l'alcalinité du sang. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Production du diabète sucré chez le lapin, par destruction du pancréas.* Note de M. E. **Hédon**, présentée par M. A. Chauveau.

« Nos expériences de greffe sous-cutanée du pancréas, de même que celles de Minkowski, ont démontré que le diabète sucré, consécutif à l'extirpation du pancréas, provient de la suppression d'une action glandulaire. L'expérience donnant toujours le même résultat, son déterminisme est définitivement fixé. Nous nous sommes alors trouvé en face de ce paradoxe : tandis que la suppression du pancréas par les moyens chirurgicaux est invariablement suivie du diabète sucré, la destruction de la glande par des injections de corps gras dans le canal de Wirsung, d'après la méthode de Claude Bernard, ne produit cependant point de glycosurie chez le chien. La contradiction entre les deux sortes d'expériences n'est qu'apparente. Bien que la destruction lente d'un organe puisse ne pas donner exactement les mêmes résultats que sa suppression brusque, il est plus logique d'admettre, d'après les expériences que j'ai faites chez le lapin, que si l'on parvenait à détruire *complètement* le pancréas du chien, par la méthode précitée, la glycosurie s'établirait tout comme après l'extirpation. Mais il n'y a pas d'expériences, faites chez le chien, dans lesquelles la destruction des éléments glandulaires du pancréas ait été rigoureusement totale. La disposition du pancréas du chien, embrassant par sa tête le duodénum et s'ouvrant dans cet intestin par deux conduits, a opposé jusqu'ici un obstacle insurmontable à la destruction complète de l'organe par une injection de corps gras dans le canal de Wirsung. On pouvait considérer comme détruites toute la portion gastro-splénique et la portion descendante de la glande, mais on trouvait toujours adhérent à la concavité du duodénum une petite masse de tissu ayant conservé en partie ses caractères glandulaires.

» Ces difficultés n'existent plus chez le lapin. Aussi, comme je vais le montrer, la destruction du pancréas chez cet animal, au moyen d'une injection d'huile d'olive dans le canal de Wirsung, est-elle suivie des phénomènes du diabète sucré. Or, il se trouve que, chez le lapin, en raison de la disposition rameuse et diffuse du pancréas dans le mésentère, l'extirpation de cet organe est impossible; ce qui fait que l'on n'a pas encore pu produire le diabète chez cet animal. Je viens donc combler cette lacune et donner de plus la démonstration que la destruction lente du pancréas est suivie de glycosurie. Comme exemple :

» Un lapin du poids de 2^{kg} rendait dans une de mes expériences :

Jours.	Urine de vingt-quatre heures.	Sucre pour 1000.	Sucre rendu en vingt-quatre heures.
	cc	gr	gr
30e	320	60,6	19,3
31e	300	71,4	21,4
32e	300	66,6	19,9
33e	280	76,9	21,5
34e	230	77	17,7

» Le diabète ainsi provoqué présente les caractères suivants :

» 1° La glycosurie débute très tard après l'opération, vingt jours, un mois après et davantage; d'abord légère, elle monte rapidement à un chiffre très élevé. Pendant la période où la glycosurie n'est pas encore établie, on trouve certains jours de petites quantités de sucre dans l'urine, mais d'une façon inconstante.

» 2° Malgré la forte intensité de la glycosurie, le diabète revêt la forme légère, en ce sens que la glycosurie provient de la non-utilisation des hydrates de carbone de l'alimentation. Les animaux étaient nourris de choux et d'avoine. Supprimait-on l'avoine, alors la glycosurie tombait très bas. On la faisait même disparaître par le jeûne.

» 3° Aussi les lapins ne maigrissent pas; au contraire, certains augmentent très notablement de poids et engraissent, car ils compensent et au delà leur trouble nutritif par une alimentation exagérée; ils sont polyphages et polyuriques.

» La marche et la terminaison de ce diabète feront l'objet d'une autre Communication. Dans cette Note préliminaire, je me borne à établir la possibilité d'obtenir le diabète sucré chez le lapin par la destruction lente du pancréas. Cette expérience, à mon sens, constitue un réel progrès dans l'étude de la question du diabète, non seulement parce qu'elle apporte

une nouvelle confirmation à la théorie glandulaire, mais encore parce qu'elle permet aux physiologistes de se procurer en peu de temps, par une opération simple et sans gravité, un grand nombre d'animaux diabétiques. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Amélioration de la culture de la pomme de terre industrielle et fourragère, en France.* Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Schlœsing.

« A deux reprises déjà, en 1889 et 1890, j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats fournis, dès cette époque, par les efforts que, depuis dix ans bientôt, je consacre à la question de l'amélioration de la culture de la pomme de terre industrielle et fourragère en France.

» On sait la place considérable que cette culture occupe sur notre territoire; elle s'étend sur 1500000^{ha} et prend rang immédiatement après la culture du froment et celle de la vigne. Elle était, cependant, il y a dix ans, dans une situation précaire; rarement on voyait ses rendements atteindre 20000^{kg} à l'hectare; la moyenne de la récolte en France ne dépassait pas 7500^{kg}. En certaines parties de l'Allemagne, il en était autrement, et dans les régions à culture perfectionnée, ces rendements, exceptionnels pour la France, étaient considérés comme normaux par les cultivateurs.

» J'ai entrepris de modifier cette situation et me suis proposé pour but d'améliorer dans notre pays les conditions culturales de telle façon que, chez nous, les rendements de l'Allemagne devinssent normaux aussi. Nous les avons, aujourd'hui, largement dépassés; ce n'est plus à 25000^{kg} mais bien à 35000^{kg} par hectare que s'élèvent actuellement les rendements de la culture intensive en France.

» Déjà, dans mes premières Communications, j'ai montré comment, à la suite de recherches personnelles poursuivies pendant cinq années, confiant dans les procédés dont ces recherches m'avaient démontré l'efficacité, j'avais, en 1889, et pour la première fois, fait appel au concours des agriculteurs français; dès 1890, j'avais pu réunir une centaine de collaborateurs dont beaucoup, il est vrai, n'avaient cultivé que des surfaces modestes, mais dont quelques-uns, étendant comme, déjà, je l'avais fait moi-même à Joinville-le-Pont, leurs cultures sur quelques hectares, avaient vu leurs efforts aboutir à un rendement moyen de 37157^{kg} avec une ri-

chesse, moyenne également, de 19,5 pour 100 de fécule anhydre. La variété qui leur avait fourni ces résultats, inconnus jusqu'alors, désignée en Allemagne par le nom de Richter's Imperator avait été choisie par moi comme mieux appropriée que tout autre à la vulgarisation des procédés rationnels que, dès lors, je considérais comme nécessaires à la production des grands rendements et des grandes richesses.

» Depuis ces premières publications, la question de la régénération de la culture de la pomme de terre a fait, en France, des progrès qu'il eût été téméraire d'espérer au début. Les résultats obtenus, en 1891, par 220 cultivateurs, ont montré cette culture pénétrant résolument dans le domaine de la grande pratique agricole, et, dès ce moment, j'ai pu considérer le but qne je poursuivais comme atteint. La campagne de 1892 vient de montrer que je ne me trompais pas; de tous côtés les procédés rationnels que je conseille se sont vulgarisés; dans plusieurs régions, dans l'Est notamment, ils ont, presque partout, délogé la routine et les rendements de 30000^{kg} à 35000^{kg}, supérieurs aux rendements de 25000^{kg} de l'Allemagne, y sont aujourd'hui considérés comme normaux.

» Certes, je suis loin de connaître tous ceux qui m'ont suivi dans la voie que j'ai ouverte en 1888; ils sont, je l'apprends chaque jour, très nombreux; mais, même en laissant de côté ces collaborateurs inconnus, le nombre de ceux qui, pendant la campagne dernière, sont restés en communication directe avec moi, est assez grand pour qu'on puisse, de l'ensemble des résultats qu'ils ont obtenus, déduire la physionomie générale de la récolte de la pomme de terre dans notre pays en 1892; ce nombre a été de 600, dont 450 environ m'ont, à l'heure de la récolte, fourni des documents précis. Parmi eux, 230 ont cultivé de petites surfaces variant de quelques ares à 20^{a} au maximum; 107 ont cultivé des surfaces moyennes variant de 20^{a} à 1^{ha}; 84 enfin, opérant en grande culture, ont appliqué les procédés de culture intensive sur des surfaces variant de 1^{ha} à 56^{ha}.

» Si intéressantes que soient les cultures du premier et du deuxième groupe, c'est à celles qui se sont étendues sur de grandes surfaces qu'il convient surtout de s'attacher; rarement, en effet, jusqu'ici, il avait été donné de voir des pièces de 50^{ha} d'un seul tenant plantées en pommes de terre et jamais, en tout cas, on n'avait vu ces cultures fournir des récoltes de 36000^{kg} et même dépasser ce haut chiffre à l'hectare.

» Tel a été, cependant, le cas cette année; malgré des conditions météorologiques bien mauvaises, j'ai vu les deux tiers de ces grandes cul-

tures fournir des rendements supérieurs à 30 000^{kg}; quelques-uns ont atteint les chiffres exceptionnels de 42 000^{kg}, 45 000^{kg} et même 49 000^{kg} à l'hectare, et la moyenne générale de leur rendement s'est, en fin de compte et sur près de 400^{ha}, élevée à 36 000^{kg} par hectare; au prix normal de 3^{fr},50 le quintal, c'est, à l'hectare également, une recette brute de 1225^{fr}.

» Nombre de ces cultures, cependant, ont été soumises à une sécheresse prolongée; elles n'en ont pas souffert cependant; deux causes en ont alors atténué l'effet fâcheux : en certaines régions, dans les Vosges par exemple, des pluies peu abondantes, mais régulièrement espacées; partout ailleurs l'intervention d'un sous-sol peu perméable et capable, par suite, de retenir l'humidité souterraine.

» C'est à des résultats absolument comparables qu'ont abouti, d'ailleurs, mes 337 collaborateurs de moyenne et de petite culture.

» Aussi, après avoir, à la suite de la campagne de 1891, émis la pensée que, dès ce moment, il semblait permis de considérer comme résolue la question de la régénération de la culture de la pomme de terre industrielle et fourragère en France, je n'hésite pas à affirmer aujourd'hui que la campagne de 1892 suffit à établir qu'elle est résolue, en effet. C'est une conquête nouvelle à ajouter à celles dont la Science a, de nos jours, enrichi l'agriculture. »

BOTANIQUE. — *Sur l'emploi du rouge de ruthénium en Anatomie végétale.* Note de M. **Louis Mangin**, présentée par M. Duchartre.

« La matière colorante minérale découverte par M. Joly, au cours de ses belles recherches sur les composés du ruthénium (¹), était tout indiquée à l'attention des histologistes, par la puissance et la richesse de sa coloration comparables à celles des plus brillantes matières colorantes organiques. Grâce à l'obligeance de M. Joly, j'ai pu étudier l'action de cette substance sur les tissus végétaux; je me propose, dans cette Note, de montrer que, par ses affinités, elle constitue un réactif des plus précieux dans l'analyse microscopique des tissus.

» L'oxychlorure ammoniacal de ruthénium, ou plus simplement le rouge

---

(¹) A. Joly, *Composés ammoniacaux dérivés du sesquichlorure de ruthénium* (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 1229; 1892).

de ruthénium, est soluble dans l'eau, dans le chlorure de calcium concentré, dans les solutions d'alun; insoluble dans la glycérine, dans l'alcool et dans l'essence de girofle.

» Sous l'action des acides minéraux très étendus (acides sulfurique, phosphorique, etc., au $\frac{1}{100}$), ses solutions aqueuses sont décolorées ou prennent une teinte brune que l'addition d'alcalis ramène à la couleur rose violacée primitive; par un excès d'alcali, il se forme un précipité grenu.

» Les acides organiques étendus (acides acétique, formique, etc., à $\frac{5}{100}$) ne modifient pas la solution. Enfin la lumière, sans action sur le composé sec, le réduit à la longue en présence de l'humidité en précipitant probablement du sesquioxyde de ruthénium brun ou noir. Par suite, les solutions aqueuses, employées à la dose de $\frac{1}{5000}$ ou de $\frac{1}{10000}$, doivent être conservées dans un flacon en verre noir.

» *Action sur les membranes.* — J'ai surtout étudié l'action de l'oxychlorure de ruthénium sur les membranes, en vue des recherches que je poursuis depuis plusieurs années sur leur composition.

» Par sa constitution chimique, par sa manière d'être vis-à-vis des acides et des alcalis, ce sel rentre dans le groupe des colorants basiques essentiellement caractérisés, comme je l'ai indiqué déjà (¹), par leur inertie vis-à-vis de la cellulose et de la callose et par leur affinité variable pour les composés pectiques. Cette caractéristique convient exactement au rouge de ruthénium avec des variantes qui lui assurent, parmi les colorants basiques, la première place au point de vue de l'analyse des membranes. En effet, tandis que les tissus traités par le bleu de méthylène, le bleu de naphtylène, la safranine, etc., se décolorent rapidement sous l'influence de la glycérine et de l'alcool, ceux qui sont teints avec le rouge de ruthénium conservent leur coloration; ils peuvent être déshydratés et montés dans le baume de manière à faire des préparations inaltérables. Je n'avais pas réussi jusqu'ici à en obtenir avec les autres colorants.

» Le rouge de ruthénium jouit encore d'une propriété non moins importante : il se fixe énergiquement sur les gommes et les mucilages dérivés des composés pectiques, sans colorer les mucilages formés par la cellulose ou par les produits de liquéfaction de la callose. Depuis que je possède cette matière colorante, l'étude des gommes et des mucilages, que

---

(¹) L. Mangin, *Sur les réactifs colorants des substances fondamentales de la membrane* (*Comptes rendus*, juillet 1890.)

j'ai entreprise depuis plus d'un an, a été singulièrement facilitée, car c'est la seule qui fournisse des colorations nettes permettant de déceler les premiers stades de l'apparition de ces produits dans la membrane ou dans la cavité cellulaire; les autres réactions mentionnées, peu nombreuses d'ailleurs, sont fugaces et incertaines.

» J'ai obtenu de très belles colorations avec le mucilage des graines (graines de Lin, de *Plantago Psyllium*, de *Cydonia*, de Crucifères); avec la membrane gélifiable des grains de pollen (*Juniperus, Taxus, Iris,* Narcisse, etc.); celle des Algues (*Fucus, Chorda, Chondrus,* etc.) et de certaines Bactéries; avec le mucilage des Malvacées, de la Consoude, etc.; avec la gomme des Cycadées, des arbres fruitiers (*Cerasus, Amygdalus, Prunus*), des Acacias (*A. tomentosa*); la gomme adragante (*Astragalus gummifer*), etc.

» Par contre, le mucilage des bulbes d'Orchidées, qui, comme on le sait, est de nature cellulosique, ne se colore pas.

» Le sel de ruthénium colore aussi les membranes cutinisées de quelques grains de pollen (*Taxus*), des fibres du Coton; il est sans action sur la cuticule des feuilles ou des tiges (*Taxus*, Cerisier, Abricotier, *Equisetum*, Vigne, etc.).

» Les tissus lignifiés, frais ou conservés dans l'alcool, ne prennent aucune coloration; mais, après l'action des alcalis ou de l'eau de Javelle, ils se colorent en rose vif; néanmoins, leur affinité pour le rouge de ruthénium est toujours moindre que pour certains colorants basiques (vert Victoria B, bleu de méthylène, etc.), de sorte que l'on peut obtenir des colorations doubles du plus bel effet, en combinant son action à celle de ces substances.

» *Action sur les matières azotées.* — Les matières azotées se colorent d'une manière inégale dans une solution aqueuse et toujours avec moins d'énergie que les composés pectiques; la chromatine du noyau se colore d'abord, ensuite les leucites et en dernier lieu, mais faiblement, le protoplasma granuleux. Ces résultats, que j'ai observés en passant, s'appliquent aux tissus frais ou conservés dans l'alcool. Lorsque les tissus ont été préalablement traités dans l'alun, l'acétate neutre de plomb, l'oxalate d'ammoniaque après l'action de l'alcool chlorhydrique, l'affinité du noyau et du protoplasma pour le sel de ruthénium est plus énergique, mais elle reste plus faible que celle de certains colorants acides : violets acides, bleus cotons, verts acides, etc.; ou des colorants basiques : bleu de méthylène, bleu de Nil, vert de méthyle, etc. Il y aurait lieu de combiner l'action de ces divers réactifs à celle du rouge de ruthénium pour obtenir une élection différente sur les divers éléments du noyau ou du protoplasma.

» *En resumé,* en limitant mes observations aux diverses substances qui forment la membrane, nous voyons que le rouge de ruthénium est le

meilleur réactif des composés pectiques qui sont toujours associés à la cellulose dans les jeunes tissus et dans les tissus adultes que l'imprégnation de matières étrangères n'a pas modifiées; c'est aussi le seul réactif pour les produits de transformation des composés pectiques, c'est-à-dire la plupart des gommes et des mucilages.

» Je me propose d'exposer à l'Académie, dans une prochaine Communication, le résultat de mes observations sur ces dernières substances. »

PALÉONTOLOGIE. — *La faune ichthyologique du terrain permien français.* Note de M. **H.-E. Sauvage**, présentée par M. Albert Gaudry.

« A peine connue dans le temps où Agassiz publiait ses recherches sur les Poissons fossiles, la faune ichthyologique de l'époque permienne a été depuis l'objet de nombreuses recherches en Allemagne, en Bohême, en Russie, en Angleterre et aux États-Unis. Pour ce qui est de la France, Agassiz n'avait décrit que quatre espèces, trouvées dans le terrain permien des environs d'Autun, lorsque M. le professeur Albert Gaudry étudia deux types intéressants, recueillis dans l'Autunois, le *Pleuracanthus Frossardi* et le *Megapleuron Rochei;* M. J. Bergeron indiqua quelques espèces recueillies dans le bassin de Decazeville, dans l'Aveyron.

» Nos connaissances sur la faune ichthyologique du terrain permien de France se bornaient à ces renseignements lorsque, grâce à la bienveillance de MM. Albert Gaudry, de Rouville, de Launay, J. Bergeron, Munier-Chalmas, Roche, Bayle et Berthier, il nous a été possible d'étudier de nombreux exemplaires de poissons recueillis dans le terrain permien de l'Hérault, de l'Allier, de l'Aveyron et de l'Autunois, de telle sorte que l'on peut actuellement comparer la faune ichthyologique du terrain permien français à celle d'autres contrées. Nous avons étudié 24 espèces recueillies en France, savoir : 2 dans les schistes de Lodève, 4 dans l'Aveyron, 5 au niveau des schistes de Buxières et des grès de Bourbon, dans l'Allier, 18 dans l'Autunois. Sur ces 25 espèces, 5 sont encore trop peu connues pour être sûrement assimilées; 14 sont, jusqu'à présent, spéciales au permien français. Restent dès lors 5 espèces : l'*Acanthodes Bronni* que l'on trouve dans l'Autunois, dans l'Aveyron et dans l'Allier, est caractéristique des couches de Lebach, dans la Prusse rhénane; l'*Amblypterus Reussi,* du permien inférieur de Bohême, n'est pas rare dans l'Autunois; l'*Amblypterus Rohanni,* qu'Heckel a fait connaître d'après des exemplaires recueillis à

Semil, en Bohême, se trouve à Autun et à Decazeville; l'*Amblypterus Duvernoyi,* dont le type est du terrain permien inférieur de la Bavière, existe à Autun et à Lodève; l'*Amblypterus arcuàtus,* du permien inférieur de Prusse, se trouve à Decazeville.

» Des recherches que nous avons pu faire sur la faune ichthyologique du permien français, actuellement connue dans l'Autunois, l'Allier, l'Aveyron, l'Hérault, il résulte que cette faune est celle du permien inférieur. En France, elle est caractérisée par la prédominance des espèces appartenant au genre *Amblypterus.* »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la manifestation, depuis plus de six cents ans, des variations brusques de la température aux dates fixes de la seconde quinzaine de janvier.* Note de **Dom D. Démoulin**, présentée par M. d'Abbadie.

« Les météorologistes qui ont étudié spécialement les variations de la température pendant une longue série d'années, s'accordent presque unanimement à reconnaître des allures tout à fait extraordinaires dans la marche du thermomètre tombant, à quelques variations près, à des dates remarquablement fixes.

» 1. Parmi ces dates, celles de la seconde moitié de janvier offrent un intérêt tout particulier, parce que, grâce au contraste très sensible qui se fait souvent sentir subitement à cette époque entre les dégels et les recrudescences du froid, on peut retrouver le phénomène, non pas seulement dans le cours des années où il a pu être enregistré par le thermomètre, mais encore à des époques beaucoup plus reculées.

» 2. Dès le commencement de ce siècle, Brandes signalait un accroissement de chaleur qui suit le minimum annuel du milieu de janvier [1]. En 1853, M. A. Quetelet fixait, en moyenne, au 22 pour Bruxelles cet accroissement thermique [2], et les diagrammes publiés en 1866 par M. Ch. Sainte-Claire Deville d'après quarante ans d'observations à Paris

(1) Ch. Sainte-Claire Deville, *Sur les variations périodiques de la température* (Extrait des *Comptes rendus,* p. 2 du tirage à part).

(2) *Mémoire sur les variations périodiques et non périodiques de la température* (p. 37 de l'Extrait du t. XXVIII des *Mém. de l'Acad. de Belgique,* in-4).

(1816-1856) [1], ainsi que les études publiées l'année suivante par M. Ern. Quetelet [2], font ressortir la même date. En 1867, M. E. Plantamour, étudiant les quarante dernières années d'observations faites à Genève [3], remarque une élévation anomale de température à la date du 26-30 janvier, maximum que M. Ed. Roche fixait, en 1879, au 28 pour des observations faites à Montpellier tant en ce siècle qu'au siècle dernier (1771-1792) [4].

» M. Paul la Cour a fait plus encore, et, mettant à profit le journal de Tycho-Brahé, à Uranibourg (1582-1597), il a publié le diagramme de fréquence des jours de gelée qui montre une recrudescence le 18, suivi d'un adoucissement pour le 23, puis une nouvelle tendance de dégel immédiatement après le 28, en sorte, dit-il, à propos de ces anomalies : « que l'état » général de l'atmosphère, rapporté au même calendrier, était le même » il y a près de trois cents ans que de nos jours » [5].

» **3.** J'ai pensé qu'il y avait intérêt à étendre ce travail de comparaison aux siècles qui ont précédé, et les premières recherches faites dans ce sens permettent déjà de constater que ces anomalies se sont manifestées depuis plus de six cents ans et ont duré jusqu'à nos jours. Et il faut bien le remarquer, il ne s'agit pas de relever qu'à tel ou tel jour il a gelé ou dégelé, ce qui peut arriver chaque jour du mois, mais de retrouver ces vicissitudes thermiques, qui ont nécessairement paru assez singulières aux chroniqueurs pour être notées, soit parce qu'après un froid excessif est arrivé un grand et soudain dégel, soit *vice versa*. C'est pourquoi, si le Chroniqueur de Colmar, entre autres, consigne ces phénomènes aux dates actuelles des grandes anomalies, on est en droit d'en conclure que nos ancêtres les subissaient déjà.

» Les *Annales des Dominicains de Colmar* (1211-1305) révèlent ces ano-

---

(1) Extrait des *Comptes rendus*, t. LXII, pl. B.

(2) *Mémoire sur la température de l'air à Bruxelles* (p. 57 de l'Extrait du t. XXXVI des *Mém. de l'Acad. de Belgique*, in-4).

(3) *Des anomalies de la température observée à Genève* (p. 27 de l'Extrait du t. XIX des *Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève*, in-4).

(4) *Sur les oscillations périodiques de la température* (*Assoc. française;* Congrès de Montpellier, 1879, p. 498).

(5) *Résumé du Journal météorologique tenu à Uranibourg par le célèbre astronome Tycho-Brahé* (Extrait du *Bull. de l'Acad. royale des Sciences et des Lettres de Copenhague* pour l'année 1876, n° 3, p. LXVIII et LXX).

malies brusques de température du 18 au 28 janvier pour les années 1276, 1282, 1291, 1294 et 1303 (¹), et l'Ouvrage de G. Peignot sur les hivers rigoureux fournit deux documents importants de 1408 à 1422; les autres sont du xvie et xviie siècle. Voici un exemple : l'hiver de 1709 fut un des plus rudes en France. La gelée commença presque subitement dans la nuit du 4 au 5 et dura dix-huit jours. Le terrible dégel, commencé le 23, causa, observe Delalande, « une si grande calamité le 26 janvier... qu'il n'y eut « point ce jour-là de séance à l'Académie, ce qui est peut-être sans « exemple », dit-il (²).

» *En résumé,* la seconde moitié de janvier est affectée, depuis des siècles, d'alternatives s'accentuant par une baisse vers le 18, suivie d'une élévation de température très prononcée vers le 23 et le 29, la température baissant généralement entre ces deux dates. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Le déboisement et l'hygiène publique.* Mémoire de M. **J. Jeannel**, présenté par M. Verneuil. (Extrait par l'auteur.)

« *Conclusions.* — 1° La décroissance du mouvement ascensionnel de la population et même la dépopulation se prononcent d'une manière tout particulièrement alarmante dans les 30 départements soumis au régime de la loi du 4 avril 1882 sur la restauration des terrains en montagne.

» 2° Le reboisement de ces 30 départements est une question d'hygiène publique, en même temps que d'Agronomie.

» 3° Vu l'impuissance avérée de la loi du 4 avril 1882 et l'insuffisance des ressources budgétaires, il y a lieu de faire appel au concours de tous les citoyens et d'organiser en France une institution analogue à l'*Arborday* américain, afin de mettre un terme au déboisement et d'accélérer le reboisement des départements montagneux. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

(¹) Édit. de MM. Ch. Gérard et J. Liblin. Colmar, 1854, in-8°.

(²) *Essai chronologique sur les hivers les plus rigoureux à Paris et à Dijon* (Dijon, 1821; in-8°, p. 76).

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 mars 1893.

L'Année scientifique et industrielle, par Louis Figuier; trente-sixième année (1892). Paris, Hachette et Cie, 1893; 1 vol in-16. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Œuvres de Lavoisier publiées par les soins du Ministre de l'Instruction publique. Tome VI. *Rapports à l'Académie, Notes et Rapports divers, Économie politique, Agriculture et Finances, Commission des Poids et Mesures.* Paris, Imprimerie nationale, 1893; 1 vol in-4°. (Présenté par M. Troost.)

Bulletin mensuel de l'observatoire magnétique et météorologique de Zi-Ka-Wei, près Chang-Haï (Chine); t. XVII, année 1891. Zi-Ka-Wei, 1892; 1 vol, in-4°.

Onderzoekingen gedaan in het physiologisch Laboratorium der Utrechtsche hoogeschool, uitgegeven door Th. W.-Engelmann en C.-A. Pekelharing Wierde reeks, II, 2. Utrecht, C. H. E. Breijer, 1893.

Cristoforo Colombo, scopitore della declinazione magnetica e della sua variazione nello spazio. Memoria del P. Timoteo Bertelli, Barnabita. Roma, 1892; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 6 mars 1893.)

Note de MM. *A. Haller* et *A. Guyot,* sur de nouveaux dérivés de la phénolphtaléine et de la fluorescéine :

Page 481, ligne 17, *au lieu de* d'un bleu pur, *lisez* d'un blanc pur.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 MARS 1893.

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance de lundi prochain 3 avril sera remise au mardi 4.

ASTRONOMIE. — *Sur la construction de la Carte du Ciel et la détermination des coordonnées des centres des clichés;* par M. Lœwy.

« J'ai déjà entretenu l'Académie d'une méthode que j'avais proposée, concernant la construction de la Carte du Ciel, et destinée à la détermination précise de positions des étoiles photographiées; en vertu du plan arrêté pour l'exécution de ce grand travail, chacune des 22054 plaques de la Carte du Ciel aura une superficie de 169^{cmq}, étendue qui correspond à un espace de $4^{\circ},7$ carrés sur la sphère céleste. On doit compter qu'un

cliché renfermera en moyenne 250 étoiles, comprises entre la 1[re] et la 11[e] grandeur.

» Un personnel et des appareils spéciaux seront affectés à la mesure des distances des astres photographiés et, par ce travail de bureau, on parviendra à connaître, avec une haute exactitude, les coordonnées rectilignes de toutes ces étoiles photographiées par rapport à deux axes perpendiculaires choisis sur la plaque, et dont l'un doit être parallèle à la direction du mouvement diurne de la Terre.

» Pour faire profiter la Science astronomique de tous ces labeurs, il s'agit de déterminer la position du point qui correspond dans le Ciel au centre de chacun de ces clichés; il faut, en outre, savoir la vraie orientation des axes par rapport au mouvement diurne, et la valeur des échelles qui ont servi aux mesures.

» Pour se procurer ces éléments fondamentaux, on ne possède qu'un seul moyen : il faut utiliser, comme point de repère, un certain nombre d'étoiles photographiées; on ne peut naturellement adopter que des étoiles connues, c'est-à-dire celles dont les positions sont bien déterminées par des observations nombreuses et exactes, antérieurement effectuées avec les divers instruments usuels.

» Toutefois, la réalisation directe de ce moyen rencontre dans la pratique des difficultés notables. Pour qu'il fût possible, il faudrait que chaque surface de 2° de côté de l'espace renfermât une vingtaine d'étoiles connues, mais ce cas ne se présente qu'exceptionnellement; à un autre point de vue, cette solution renferme une cause d'incertitude fort difficile à éviter. Il se sera nécessairement écoulé un intervalle de temps plus ou moins long entre l'époque de la confection du cliché et l'époque moyenne des observations sur lesquelles repose la position des repères, il est donc indispensable de connaître aussi le mouvement propre des étoiles de repère, afin de pouvoir calculer leurs coordonnées pour le moment de la pose des divers clichés; mais, comme les mouvements propres ne sont fixés avec un degré d'exactitude suffisant que pour un petit nombre d'étoiles, les plus belles, on se heurte ici à un second obstacle qui ne saurait être surmonté par l'emploi direct du procédé indiqué.

» Afin d'échapper à ces deux écueils, on avait d'abord proposé d'observer à nouveau, à l'aide des instruments méridiens, six étoiles choisies sur chaque cliché, mais l'exécution de ce plan nécessitant au moins un quart de siècle et le concours de beaucoup d'observatoires, il était facile de prévoir que cette recherche auxiliaire serait très pénible et réclamerait

beaucoup plus de labeur que l'étude principale même. En suivant cette voie, on s'exposait donc au danger réel de compromettre d'une manière sérieuse le succès de la grande œuvre internationale. La méthode que j'ai proposée ne renferme pas les graves inconvénients que je viens d'énumérer, et fournit une solution exacte et rapide du problème posé. Tous les membres de la Commission spéciale ont aujourd'hui admis son emploi, quelques-uns ont toutefois formulé certaines réserves au sujet de l'application plus ou moins étendue qui pourrait en être faite. Dans un premier Mémoire, j'ai exposé le principe général de la méthode, que je rappelle ici en quelques mots : On peut, en s'appuyant seulement sur les données obtenues par la Photographie, c'est-à-dire en se basant uniquement sur les coordonnées rectilignes des clichés, réunir plusieurs plaques voisines dans un ensemble parfaitement homogène et former ainsi l'équivalent d'un grand cliché, contenant alors les images photographiées d'une partie notable du Ciel.

» Ce groupement comprendra 16 degrés carrés, si l'on a fait un seul rattachement, 36 après le deuxième.

» Les grandes dimensions du cliché théorique constitué par ce procédé de jonction offrent la facilité de trouver, dans ces limites, un grand nombre de repères bien déterminés et bien suffisants pour le but à atteindre. C'est ce que j'ai montré dans une étude insérée au *Bulletin du Comité de la Carte du Ciel*.

» Cette dernière recherche, simple constatation de la réalité, mène à des résultats concluants. On voit, en effet, que les repères sont tellement abondants dans les surfaces de 16 degrés carrés, qu'il sera absolument superflu de recourir à un second rattachement.

» Le procédé de raccordement sous sa forme la plus simple fait donc disparaître la difficulté qui provient de l'insuffisance du nombre des repères.

» Il convient d'indiquer ici, en quelques mots, en quoi consiste le problème du rattachement. Malgré tous les soins pris pour exécuter les photographies dans des conditions toujours semblables, il est impossible que les coordonnées mesurées sur deux clichés voisins soient immédiatement et rigoureusement comparables. Chacun d'eux, en effet, représente la projection d'une portion de la sphère céleste sur un plan déterminé, et les plans de projection relatifs à deux plaques voisines sont inclinés l'un sur l'autre d'un certain angle. Les poses ont pu être effectuées à des époques très différentes; on ne saurait donc s'attendre à ce que la situation des

plaques, par rapport à l'axe de la lunette, l'orientation, l'échelle des mesures soient identiques dans les deux cas. Par suite, il est nécessaire de faire subir aux grandeurs mesurées certaines corrections, si l'on veut qu'elles constituent un système unique et homogène de coordonnées.

» Déjà, dans le premier Mémoire, j'ai fait connaître des formules qui résolvent ce problème théoriquement. La méthode devant bientôt entrer dans la phase des applications pratiques, il devenait nécessaire de lui donner sa forme définitive et complète.

» Cette étude est l'objet d'un second Mémoire très développé, dans lequel, en tenant compte des termes d'ordre supérieur, on rend la méthode applicable sans modification jusqu'à 6° du pôle.

» Les Tables destinées à faciliter les calculs sont aujourd'hui entièrement achevées, et l'on peut procéder d'une manière uniforme et rapide au travail de rattachement.

» Ce Mémoire renferme aussi un exemple pratique de la méthode du raccordement, exécuté sur cinq clichés mis à ma disposition par MM. Paul et Prosper Henry. J'ai cru devoir fournir cet exemple pour donner satisfaction au désir exprimé par plusieurs membres du Comité permanent, ainsi que par MM. Mouchez et Tisserand qui se sont succédé dans la présidence de ce Comité.

» Bien que le principe de la solution eût été reconnu exact, l'expérience seule pouvait décider si, dans un travail d'un genre aussi complètement nouveau, l'exécution effective ne révélerait pas quelque omission ou quelque cause perturbatrice inattendue.

» Cette application met d'ailleurs en lumière des conséquences qui me semblent dignes de toute l'attention de l'Académie. Elle confirme d'abord, sur tous les points, les prévisions théoriques et montre que le haut degré d'exactitude que j'avais cru pouvoir attribuer par avance à la méthode du rattachement n'était en aucune manière exagéré.

» On verra également figurer, dans cet exemple numérique, les solutions particulières fondées sur l'emploi des étoiles connues renfermées dans chacun des cinq clichés. Ces solutions ont pu être obtenues dans des conditions relativement avantageuses, car il s'est rencontré accidentellement dans les plaques que nous avons étudiées un nombre considérable d'étoiles de repère. Malgré cela la supériorité de la solution fondée sur la méthode de raccordement est manifeste, et il est certain que, dans la majorité des cas, elle se trouvera plus grande encore.

» Nous pouvons tirer ensuite de la même étude des conclusions inté-

ressantes au sujet de l'erreur probable absolue du travail photographique. Pour les plaques faites et mesurées à Paris, on peut estimer à $\pm 0'',11$ l'erreur totale à craindre sur une position relative. Dans ce chiffre si minime sont compris tous les effets atmosphériques et optiques qui peuvent altérer les situations apparentes de deux astres voisins, la distorsion de la plaque par une répartition inégale de la température, la déformation de la couche sensible, l'imperfection du réseau, les erreurs instrumentales dont l'effet subsiste après correction, l'erreur accidentelle des mesures et l'erreur personnelle de pointé. Il n'est guère possible dans la détermination absolue des coordonnées des astres de dépasser une limite d'exactitude pareille. La Photographie nous procure ainsi, avec une précision remarquable, les positions relatives des constellations stellaires. Si l'on parvient à rassembler dans un système unique et homogène toutes ces plaques, pour la construction d'un Catalogue, on aura fondé un inventaire fidèle du Ciel d'une valeur incomparable. Il est indispensable, si l'on veut tirer de ces mesures si exactes tout le parti qu'elles comportent, de les rattacher à une base très solide, c'est-à-dire à un centre de cliché bien déterminé. Ces considérations me semblent fournir des arguments décisifs en faveur du procédé de raccordement qui seul peut donner un nombre convenable d'étoiles de repère.

» Dans la surface de 16 degrés carrés que nous avons pu utiliser, grâce au rattachement des quatre clichés adjacents, il s'est rencontré 26 étoiles dont les positions pouvaient être empruntées à trois Catalogues au moins. On disposait donc, dans le cas actuel, d'éléments nombreux et exacts. Malgré cela, l'exactitude ainsi obtenue pour la situation du centre est à peine proportionnée à celle des positions relatives des images données par les mesures directes. L'emploi des repères d'un seul cliché n'aurait, par conséquent, conduit qu'à une conclusion tout à fait insuffisante.

» De l'examen de ce travail, il résulte aussi que la méthode photographique est appelée à jouer un rôle tout à fait prépondérant dans l'étude des situations relatives des astres. L'activité des astronomes devra changer de direction, sous peine de s'exercer d'une manière stérile. Les instruments méridiens seront affectés d'une manière plus spéciale à la détermination des positions des étoiles fondamentales et des astres mobiles.

» La Photographie les remplacera avec grand avantage pour la construction des Catalogues d'étoiles fixes, aussi bien que pour l'étude des mouvements sidéraux et des parallaxes.

» Dans une autre Communication, j'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie les Tableaux donnant le résumé des applications pratiques qui confirment la rigueur de la méthode nouvelle. Les résultats font, en outre, ressortir la haute exactitude, que je viens de signaler, du travail photographique accompli à Paris. Comme on le sait, l'Observatoire de Paris a été chargé à lui seul de la confection de 1260 clichés embrassant une zone du Ciel de 6° largeur entre 18° et 24° de déclinaison.

» Cette tâche, une fois terminée, conduira à un Catalogue considérable renfermant les positions d'environ 300000 étoiles comprises entre la 1re et la 11e grandeur. Il n'y a plus aucun doute sur l'heureuse issue du travail inauguré par notre Observatoire, et nous avons le ferme espoir que les dix-sept autres établissements qui participent à l'entreprise commune tiendront à honneur de remplir leur programme. Il est désormais permis de prévoir, dans un avenir qui ne sera pas très éloigné, l'achèvement de l'œuvre intégrale. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les matières organiques constitutives du sol végétal;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« 1. Le sol végétal renferme des matières organiques, désignées sous le nom d'*humus,* et qui jouent dans le développement des plantes un rôle essentiel, quoique jusqu'ici mal défini. En effet, elles concourent à la nutrition des plantes, soit d'une façon immédiate, soit après avoir subi diverses élaborations par oxydation, hydratation, etc., sous les influences chimiques de l'air et de l'eau, activées par les agents microbiens. Elles y concourent encore par voie indirecte, en retenant au contact des racines l'azote, le soufre, le phosphore, les alcalis, maintenus à l'état insoluble sous la forme de combinaisons spéciales et soustraites ainsi à l'action épuisante du drainage. Enfin ces mêmes matières organiques du sol servent d'aliments aux organismes microscopiques, qui fixent l'azote libre, destiné à la nutrition des végétaux supérieurs.

» Nous poursuivons depuis plusieurs années l'étude de ces problèmes, si importants pour l'agriculture, et les faits que nous allons exposer nous semblent jeter un jour nouveau sur la constitution de l'humus.

» 2. Pour mieux la concevoir, il paraît nécessaire de rappeler en quelques mots l'origine de cette substance.

» Les matières organiques du sol proviennent des débris des végétations antérieures, déposés à sa surface, ou enfouis dans son épaisseur. Ces débris éprouvent une suite de réactions, les unes purement chimiques, les autres déterminées par des êtres voisins d'ordre inférieur, qui éliminent une portion du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote, à l'état de principes binaires et d'éléments tels que l'eau, l'acide carbonique, l'azote, l'ammoniaque, l'acide azotique, le formène, etc., une autre portion étant changée en principes solubles et entraînée par les eaux dans les profondeurs. Une portion cependant subsiste à l'état insoluble, constituée par des principes plus résistants, qui exigeront des actions plus intenses, ou plus prolongées, pour disparaître à leur tour. C'est là ce qu'on appelle à proprement parler *humus* ou *principes humiques*, principes nécessaires pour le développement d'une végétation active et analogues à ces acides humiques mieux définis, que l'on obtient par la transformation des hydrates de carbone. C'est sur cet ordre de principes que portent nos recherches actuelles.

» 3. Elles s'appliquent à une terre débarrassée autant que possible des débris de plantes visibles et non mélangée avec des engrais, fumiers ou terreaux, susceptibles de contenir des produits incomplètement transformés. Dans une terre de ce genre, il ne subsiste plus en proportion sensible de celluloses ou hydrates de carbone, transformables en glucose par les procédés connus de l'analyse, et l'azote ammoniacal ne s'y trouve qu'en dose infinitésimale.

» Les chiffres suivants, relatifs à différents terrains de la station de Chimie végétale de Meudon, sont de nature à fixer les idées.

	I. Enclos (1).	II. Enclos (autre).	III. Terrasse.	IV. Parc.
Carbone organique	19,1	19,8	22,3	43,5
Hydrogène	1,5	»	»	»
Azote	1,7	1,0	1,65	1,7
Oxygène organique, etc.	11,9	»	»	»
Matière organique totale	34,2	32,9 env.	38,4 env.	72,3 env.

(1) C'est la seule terre sur laquelle le dosage complet de tous les éléments, tant minéraux qu'organiques, ait été effectué (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXV, p. 290). Cette terre était à peu près saturée d'azote; tandis que la terre (II), de même richesse en carbone, demeurait susceptible d'absorber l'azote libre, sous l'influence des organismes inférieurs (*Même Recueil*, 6e série, t. XIV, p. 487).

» 4. La composition centésimale de la matière organique contenue dans le sol (I) est la suivante :

C	56,1	Rapports atomiques : $C^{13,3}H^{12,7}AzO^{6,2}$.
H	4,4	
Az	4,9	
O	34,6	
	100,0	

» Avec l'oxygène, évalué par différence, se trouve compris un centième environ de soufre, à l'état de composés organiques.

» Ces nombres se rapportent à des sols argilosiliceux normaux, dans lesquels la végétation s'entretient spontanément.

» 5. Voici maintenant des sables argileux, que nous avons analysés il y a une dizaine d'années, au moment où l'on venait de les extraire par des fouilles :

	V.	VI.	VII.	VIII.
Carbone organique	0,82	1,91	1,78	1,118
Azote organique	0,093	0,094	0,14	0,14
Matière organique totale calculée	1,40	3,25	3,03	2,01

» Ces sables, peu fertiles au début, se sont enrichis d'année en année, par suite du développement progressif de la végétation, corrélative de la fixation de l'azote de l'air par les microorganismes du sol. En dix années, ces sables ont été transformés dans notre station en un sol végétal véritable, analogue à ceux que nous citons plus haut, et cela sans l'intervention d'aucun engrais.

» 6. Notons, comme un fait très digne d'intérêt, que, dans les sols et sables analogues, le poids de l'azote forme jusqu'aux 5 et 6 centièmes de celui de la matière organique, pour les plus riches, et qu'il s'élève au moins aux 2 et 3 centièmes, pour les plus pauvres. Or, parmi les rapports ci-dessus, les plus élevés ne sont pas atteints, en général, dans la composition des végétaux. Même dans les portions les plus riches en azote, telles que les jeunes feuilles, l'azote ne s'élève guère qu'à 3 à 4 centièmes. La richesse relative en azote de la matière organique du sol répond dès lors à l'existence de ces organismes inférieurs, qui jouent un rôle prépondérant dans la fixation de cet élément. Nous avons fait la même observation sur des kaolins naturels, susceptibles également de fixer l'azote libre,

et dans lesquels cet élément formait jusqu'aux 7 centièmes de la matière organique qu'ils renfermaient.

» 7. Examinons maintenant de plus près les matières organiques contenues dans le sol, au point de vue de la possibilité de les séparer en plusieurs principes distincts, sous l'influence des réactifs.

» Soit l'eau d'abord : son action dans la nature est incessamment exercée sur des sols soumis à l'influence des eaux météoriques; et celles-ci ne sauraient guère y laisser que des produits à peu près insolubles. En effet, l'eau pure n'extrait à froid des sols précédents que des doses très faibles de principes organiques.

» D'après nos expériences ([1]), la partie ainsi dissoute contenait seulement un millième de l'azote total de la terre, à l'état d'azote ammoniacal ($1^{mg},7$ sur $1^{gr},74$ contenu dans un 1^{kg}), et un demi-centième à l'état d'azote amidé ($8^{mg},3$) : l'azote organique est donc fixé d'une manière fort stable dans la terre.

» 8. L'action des acides étendus et celle des alcalis étendus, même à froid, est beaucoup plus marquée. Elles produisent certains phénomènes d'hydratation et de dédoublement, que nous avons étudiés d'une façon approfondie dans un Mémoire antérieur ([2]), et ces phénomènes se compliquent de diverses oxydations produites par l'air, surtout en présence des alcalis. Quoique ces réactions soient développées par des voies différentes de celles qui agissent sur les sols naturels, cependant il n'est pas douteux que la présence des alcalis intervient aussi dans ces dernières, et l'on connaît l'analogie générale qui existe entre la plupart des réactions de dédoublement, produites soit par les agents chimiques proprement dits, soit par les ferments.

» 9. Rappelons, en quelques mots, les faits que nous avons observés dans l'étude de l'action des alcalis sur les matières humiques du sol. Dans un essai, celles-ci se sont partagées comme il suit. Sur 100 parties de carbone organique :

	Carbone.	Azote.
1° Les principes insolubles à froid dans les alcalis renfermaient....	31,2	»
Et ces principes eux-mêmes contenaient, en centièmes	»	4,0
2° Les principes solubles dans les alcalis, mais précipitables par les acides, renfermaient..................................	27,1	»
Et ces principes contenaient, en centièmes	»	5,6

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XI, p. 370.
([2]) Même Recueil, 6e série, t. XXV, p. 314.

	Carbone.	Azote.
3° Les principes solubles dans les alcalis et non reprécipitables par les acides, c'est-à-dire engendrés nécessairement par dédoublement ou hydratation, renfermaient	40,0	»
Et ces principes contenaient, en centièmes	»	9,7

» Les seuls principes isolables, en suivant cette marche, sont les seconds. Ils contenaient, en centièmes,

C	55,2
H	6,8
Az	3,0
O	35,0
Cendres	3,5

» Ces principes se redissolvent aisément dans les liqueurs alcalines.

» Ils sont plus riches en hydrogène, plus pauvres en azote que l'ensemble de la matière humique, sans pourtant s'en écarter beaucoup comme richesse de carbone et d'oxygène.

» 10. Nous avons tenté une autre méthode, susceptible d'isoler les principes insolubles qui subsistent après l'action prolongée des acides. Elle repose sur l'emploi méthodique des acides fluorhydrique et chlorhydrique, agissant à froid, à plusieurs reprises; emploi suivi de lavages et de dessiccation dans le vide. La terre analysée contenait 85 centièmes de silice, en grande partie à l'état de grains fins de quartz cristallisé. Une portion de ces grains est libre et visible, une autre portion enveloppée et comme revêtue par les tissus d'êtres organisés microscopiques, qui en rendent le contact avec les acides et, par conséquent, l'attaque complète très difficile.

» Nous avons obtenu ainsi, après de longs et pénibles traitements, pour 1^{kg} de terre :

	Principes insolubles.	Proportion du carbone de ces principes comparé au carbone de la matière organique totale.
I. Terre de la terrasse	$25^{gr},60$	61,5 centièmes
II. Terre de l'enclos	$14^{gr},00$	34,3 »

11. *Composition des principes insolubles* (*séchés à* 110°).

	I.	II.
Carbone	55,32	56,58
Hydrogène	5,29	5,12
Azote	4,24	3,04
Soufre	0,84	35,26
Oxygène	34,31	
	100,00	100,00
Cendres (quartz)	3,52	15,58

» Ces analyses sont voisines des précédentes, sauf pour l'hydrogène.

» 12. Nous avons étudié la réaction des principes insolubles dans les acides sur la potasse, dans les mêmes conditions que pour l'acide humique dérivé du sucre (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 6e série, t. XXV, p. 380). Les principes du sol enlèvent de même la potasse à ses solutions aqueuses étendues, en formant deux ordres de composés, les uns obtenus en présence d'un excès de potasse, et riches en alcali, les autres isolables par des lavages à froid très prolongés. Nous avons trouvé, par exemple, que 1^{gr} de la matière humique précédente, mise pendant trois jours en présence de 200^{cc} d'une solution contenant un centième de son poids de potasse ($K^2O = 2^{gr}$) a fixé, pour 100 parties :

	I.	II.
K^2O	29,4	29,4

» Mais cette fraction se rapporte à une portion seulement de la matière, un tiers étant demeuré dissous avec la matière (I), un quart avec (II). En tenant compte de cette circonstance, on trouve que

100 parties de la portion insoluble de (I) ont rendu insolubles 44 parties de potasse.
100 parties de (II) » » 42 »

» Le sel potassique insoluble a été lavé à l'eau froide, jusqu'à absence de réaction alcaline appréciable dans les eaux de lavage.

		I.	II.
Il contenait alors, sur 100 parties	C	61,8	61,3
	H	5,7	6,1
	Az	4,6	»
En plus,	K^2O	6,2	3,7

» Ces résultats sont fort analogues à ceux qui ont été obtenus avec l'acide humique artificiel, lequel a fixé, dans nos essais, d'une manière directe, 39,6 centièmes de potasse, et en a retenu, après des lavages prolongés, 9,9 centièmes. Ils montrent que les principes des sols envisagés ici offrent des propriétés semblables, notamment en ce qui touche l'aptitude à former des composés potassiques insolubles et doués d'une résistance pareille à l'action, même très prolongée, des eaux naturelles.

» On se rend compte par là de la propriété dite *absorbante* du sol, en ce qui touche les alcalis, la potasse en particulier. »

OPTIQUE. — *Sur les bandes d'interférence des spectres des réseaux sur gélatine*. Note de M. **A. Crova**.

« Les réseaux photographiés, par application sur gélatine bichromatée par la méthode de M. Izarn (¹), peuvent donner lieu à des bandes d'interférences droites ou courbes, quelquefois très irrégulières, dans les spectres qu'ils produisent; des bandes analogues ont été observées par Brewster (²) dans d'autres circonstances; ces phénomènes se produisent avec un grand éclat dans les spectres obtenus par réflexion sur des réseaux de gélatine sur verre argenté.

» M. Izarn, en mentionnant ces bandes d'interférences, émet l'opinion qu'elles se rattachent aux phénomènes d'interférence par les réseaux parallèles, que j'ai étudiés autrefois (³); je suis de son avis, du moins en ce qui concerne les réseaux par réflexion.

» La lumière solaire, réfléchie par le miroir d'un héliostat, est reçue sur une fente très étroite dont on projette, au moyen d'une lentille, l'image sur un écran; au foyer de cette lentille se produit une très petite image du soleil, que l'on reçoit sur la surface striée d'un réseau photographié sur gélatine sur verre argenté; les images réelles de la fente et des spectres diffractés sont reçues sur un écran placé au foyer conjugué de la fente par rapport à la lentille.

» Les spectres de diffraction sont sillonnés de larges bandes noires rectilignes parallèles aux raies, qui sont des minima à peu près absolus, l'in-

(¹) *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, t. CXVI, p. 506 et 572; mars 1893.

(²) *Philosophical Magazine*, 4ᵉ série, t. XXXI, p. 22 et 98; 1866.

(³) *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, t. LXXII, p. 855, et t. LXXIV; 1871-73.

tensité des rayons réfléchis sur la surface argentée étant très peu inférieure à celle des rayons incidents sur la gélatine.

» Avec une copie d'un beau réseau de Brunner au 200e, que je dois à l'obligeance de M. Izarn, les spectres de premier ordre présentent une large bande noire dans le vert quand le réseau est bien sec; vient-on à projeter l'haleine sur sa surface, la bande se déplace vers le violet; d'autres plus serrées entrent par l'extrémité rouge, et leur nombre s'élève à trois lorsque le dépôt de buée rend la projection confuse; les mêmes phénomènes se produisent en sens inverse pendant la dessiccation, et le déplacement des bandes devient rapide si l'on active l'évaporation en agitant l'air devant le réseau.

» Si, au lieu de n'intéresser qu'une partie minime de la surface du réseau, la lumière incidente s'étend sur toute sa hauteur, ce que l'on obtient en faisant varier la distance du réseau à la lentille, les franges se courbent, deviennent irrégulières et sont quelquefois dentelées.

» Le phénomène résulte de l'interférence de deux réseaux parallèles, l'un réel, situé à la surface de la gélatine, aux points où l'onde incidente rencontre sa partie discontinue, l'autre virtuel qui est son image dans le miroir argenté; leur distance, sensiblement constante, est le chemin optique $2ne$, e étant l'épaisseur, et n l'indice de la gélatine; au foyer de la lentille, la lumière n'intéressant qu'une partie minime de sa surface, l'épaisseur de la gélatine est sensiblement constante dans cette étendue, et les bandes sont rectilignes; si au contraire la lumière s'étend sur une surface considérable, la couche de gélatine a une épaisseur variable en ses divers points, surtout si l'on a séché la plaque verticalement pour l'égoutter; les raies se courbent alors en divergeant, et leur plus grand écartement correspond aux parties où la couche est la plus mince.

» Quand le réseau vient d'être préparé, la distorsion des bandes est très irrégulière; mais, après un grand nombre d'hydratations suivies de dessiccations, le phénomène devient plus régulier; après le fixage à l'eau du réseau et sa dessiccation, la gélatine a une sorte de trempe qui se manifeste comme on le sait par sa double réfraction accidentelle; mais, quand elle a été un grand nombre de fois hydratée et desséchée lentement, sa structure devient plus homogène, et les bandes ne présentent plus de dents de scie; il est possible que ces alternatives nuisent à la bonne conservation des réseaux, aussi est-il prudent de les conserver dans un endroit bien sec.

» En observant au goniomètre les spectres à bandes, celles-ci apparaissent comme de larges espaces très sombres; mais, si l'on fait usage de

la lumière solaire condensée sur la fente par une lentille cylindrique, les raies les plus fines du spectre sont définies dans ces espaces avec une merveilleuse netteté; la production de ces bandes parasites ne nuit donc en rien à la précision des mesures faites avec ces réseaux.

» Avec les réseaux en gélatine sur verre transparent, ces phénomènes ne sont guère perceptibles par réflexion ou par transmission, à cause de la presque identité des indices du verre et de la gélatine.

» Si l'on prend pour indice de la gélatine 1,52, on peut calculer facilement l'épaisseur de la couche de gélatine en fonction du nombre de bandes contenues dans le spectre réfléchi sur argent; j'ai ainsi trouvé que, dans la copie dont je me suis servi, l'épaisseur de la couche est $0^{mm},04$ quand elle est sèche, et environ $0^{mm},16$ quand elle est à son maximum d'hydratation; ce nombre n'est qu'approché, l'indice de la gélatine variant avec sa teneur en eau.

» Les copies de réseaux de M. Izarn sont d'une netteté admirable, et étudiées au microscope, elles ne diffèrent pas de l'original; dans un réseau de Froment au centième que je possède, l'intervalle opaque est sensiblement égal à un cinquième de l'intervalle transparent; il en est de même dans la copie faite par M. Izarn; celle-ci n'est donc pas un négatif, mais bien un positif; les intervalles transparents sont de minces bandes de gélatine insolubilisée, tandis que les intervalles opaques sont le lieu des points où la gélatine restée soluble a été enlevée par l'eau; mais, en raison de l'extrême finesse de ces intervalles, l'eau a dû, par suite d'actions capillaires, creuser de simples rainures cylindriques qui, en présence d'une onde plane, se comportent comme un corps opaque. Dans le cas où l'intervalle opaque serait très grand par rapport à l'intervalle transparent, le contraire pourrait avoir lieu, mais il est facile de prévoir que, même dans le cas où les deux intervalles seraient transparents, la différence des indices de la gélatine et de l'air suffirait à produire des phénomènes identiques à ceux du réseau. Cette question appelle de nouvelles études. »

CHIMIE. — *Recherches sur le samarium* (¹).
Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

« Absolument et relativement à l'orangée du Sm, la bande Z_ζ se renforce quand on tire l'étincelle renversée, non au bord mais au milieu du

(¹) *Comptes rendus*, 20 mars 1893, p. 611.

liquide. La quantité et la nature de l'acide modifient aussi l'éclat relatif des deux bandes.

» Pour les expériences ci-après résumées, j'ai employé de la samarine assez pure, mais non fractionnée.

» *Action de* HCl. — La solution aqueuse de chlorure de Sm, sensiblement neutre, montre, au renversement, la bande Z_ζ assez faible et très inférieure à l'orangée; par addition de HCl à la liqueur, on augmente notablement Z_ζ, laquelle peut même arriver, dans des conditions tout à fait favorables, à être presque aussi forte que l'orangée.

» Il est essentiel, pour bien observer Z_ζ, d'avoir des solutions très limpides et d'employer une terre soigneusement nettoyée, les moindres impuretés paraissant nuire beaucoup à la formation de Z_ζ.

» *Action de* $AzHO^3$. — Avec la solution aqueuse de nitrate de Sm, à peu près neutre, la bande Z_ζ est ordinairement beaucoup plus faible que l'orangée; mais, si l'on ajoute à la liqueur une quantité suffisante d'acide nitrique, Z_ζ devient *très notablement* plus forte que l'orangée, du moins dans des solutions assez concentrées.

» Sans atteindre à une semblable intensité, Z_ζ est renforcée quand on ajoute de l'acide nitrique à une solution chlorhydrique de Sm.

» La bande Z_ζ n'a pas le même aspect avec HCl et avec $AzHO^3$; dans HCl, elle est assez nette à droite et très vague vers le rouge; dans $AzHO^3$, le bord droit est passablement nébuleux et le bord gauche l'est seulement un peu plus que le droit. L'emplacement du bord droit de la bande avec HCl est obscur avec $AzHO^3$, mais le centre paraît être assez peu déplacé. La dissymétrie de la bande dans HCl rend d'ailleurs difficile la mesure du centre.

Positions approchées trouvées avec des spectres moyennement intenses.

Z_ζ dans HCl milieu apparent...........	$\lambda = 614,4$ (1)
» bord droit.................	$\lambda = 611,8$ (2)
Z_ζ dans $AzHO^3$ milieu apparent..........	$\lambda = 615,5$
» bord droit...............	$\lambda = 614,4$

(1) L'intensité étant plus grande à droite qu'à gauche, le centre réel doit être un peu plus à gauche que 614,4.

(2) J'avais indiqué $\lambda = 611,2$ pour la raie du bord droit; mais, dans la mesure actuelle, la bande est moins forte; la position du bord droit doit donc être maintenant trouvée légèrement trop à gauche et les mesures s'accordent au fond assez bien.

» *Action de l'acide acétique.* — Avec une solution aqueuse d'acétate neutre de samarine, Z_ζ ne fut pas visible. En ajoutant à la liqueur $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ de son volume d'acide acétique, on augmenta un peu la fluorescence, mais Z_ζ ne se montra pas. L'addition d'une notable quantité de $AzHO^3$ fit alors apparaître Z_ζ, mais celle-ci était encore bien plus faible que l'orangée. Par une addition considérable de $AzHO^3$, Z_ζ arriva cependant à presque égaler l'orangée.

» De la samarine fut dissoute dans $AzHO^3$ en excès et la solution fut divisée en deux parts égales, A et B.

» Un certain volume d'eau ayant été ajouté à A, la bande Z_ζ se montra très visible, quoique plus faible que l'orangée.

» Un volume d'acide acétique (soi-disant pur et à 8°), égal à la moitié de celui de l'eau mise en A, fut ajouté à B. On aperçut encore Z_ζ, mais elle était moins bien marquée qu'avec A. On ajouta ensuite autant d'acide acétique qu'on en avait déjà mis (en tout, la même quantité que d'eau en A). Z_ζ s'affaiblit et devint bien inférieure à ce qu'elle était avec A.

» L'acide acétique (ou les impuretés qu'il renferme) paraît donc entraîner la production de la bande Z_ζ.

» *Comparaison de* Z_β *et de* Z_ζ. — J'ai signalé l'accroissement de ces fluorescences, obtenu en tirant l'étincelle au milieu du liquide et leur diminution en présence du perchlorure de fer. Z_α et S*m* sont, au contraire, plus ou moins affaiblies quand l'étincelle jaillit au milieu du liquide et sont moins sensibles à l'action du perchlorure de fer.

» Vis-à-vis d'un excès de HCl, Z_β et Z_ζ se comportent encore d'une façon analogue et sont augmentées, surtout Z_β; tandis que Z_α ne l'est pas autant.

» L'acide nitrique fait, au contraire, subir à Z_β et à Z_ζ des variations très différentes, Z_ζ étant fort augmentée et Z_β beaucoup moins.

» *Comparaison de* Z_α *et de* Z_β. — Une terre, riche en Z_α et en Z_β, fut dissoute dans HCl; on dessécha et reprit par l'eau. Dans cette solution aqueuse Z_α était bien plus forte que Z_β. Après addition à la liqueur de $\frac{1}{2}$ de son volume de HCl, Z_β dépassait Z_α.

» De la même terre fut dissoute dans $AzHO^3$; on dessécha et reprit par l'eau. Z_α était bien plus forte que Z_β. Par addition à la liqueur de $\frac{1}{2}$ de son volume de $AzHO^3$, Z_α et Z_β s'augmentèrent, Z_α restant toujours plus forte que Z_β; on ajouta alors autant de HCl qu'on avait d'abord mis de $AzHO^3$. Z_α diminua un peu (dilution de la solution?), mais Z_β fut très augmentée et dépassa Z_α.

» Une plus grande teneur en terre des solutions chlorhydriques et nitriques paraît favoriser Z_ζ relativement à l'orangée Sm.

» On voit, par ce qui précède, que la comparaison des bandes de renversement Z_ζ et orangée Sm est assez délicate à faire dans les divers numéros d'un fractionnement. »

MINÉRALOGIE. — *Remarques sur le fer natif d'Ovifak et sur le bitume des roches cristallines de Suède*. Extrait d'une Lettre de M. **Nordenskiöld** à M. Daubrée.

« Je suis extrêmement intéressé par les expériences faites en France pour produire artificiellement le diamant et par les analyses du fer diamantifère de Cañon-Diablo. De ce dernier, j'ai acheté un bloc de 200^{kg}, achat par lequel j'ai presque ruiné le budget de notre Musée, mais motivé par la ressemblance de ce fer avec quelques-unes des variétés du fer d'Ovifak, au Groënland. Parmi les blocs plus ou moins gros que j'ai rapportés en 1870 d'Ovifak, il y en avait un d'environ 40^{kg} qu'il fut *impossible de scier, ni de couper*. Je suppose aujourd'hui que cette difficulté était causée par des diamants noirs disséminés dans le fer. Dès que j'aurai fini quelques recherches qui m'occupent, j'examinerai les différentes variétés de fer d'Ovifak, au point de vue des modifications de carbone qu'elles renferment.

» Ne rencontrez-vous pas des bitumes ou de l'asphalte dans les roches cristallines? Comme vous savez, nous en trouvons des masses assez considérables en Suède, dans nos mines de fer, surtout dans celles des environs de Norberg et de Dannemora.

» Il existe deux types tout à fait différents de ces bitumes :

» (*a*) Bitumes donnant beaucoup de produits à la distillation et ne laissant après leur combustion presque point de cendres;

» (*b*) Bitumes ressemblant à l'anthracite, n'abandonnant à la distillation que des quantités insignifiantes et laissant un poids assez notable de cendres.

» J'ai analysé la cendre des bitumes anthracitiques et j'ai trouvé qu'elle contient toujours, outre silice, fer, chaux, magnésie, etc., plusieurs parties pour 100 des oxydes de nickel, d'urane (3 pour 100), des terres de la cérite et de la gadolinite. Ces mêmes oxydes, jusqu'à présent réputés si rares, se trouvent aussi dans la cendre d'une espèce de char-

bon formant de grands nodules dans nos plus anciennes couches sédimentaires (schiste à alun), ainsi que dans la grahamite de l'Amérique du Nord.

» L'association dans les minéraux asphaltiques, de la matière, charbonneuse avec le nickel, l'uranium, le cérium, l'yttrium, etc., me semble fournir une indication; d'une part, sur l'origine des substances bitumineuses dans nos roches cristallines et nos plus anciens schistes sédimentaires, qui seraient dues à des émanations de l'intérieur du globe; d'autre part, sur l'existence de combinaisons de l'oxyde de carbone avec l'uranium, l'yttrium, le cérium, etc., analogues au nickel carbonyle.

» Il me paraît également digne d'attention que l'uranium, regardé jusqu'à présent comme restreint à quelques localités caractérisées par des formations géologiques spéciales, est beaucoup plus répandu qu'on ne l'a supposé, même dans des terrains sédimentaires. »

M. **Berthelot**, à l'occasion de la Communication précédente, rappelle le fait suivant, relaté par Avicenne dans ses ouvrages arabes, ainsi que dans leurs traductions latines : Un aérolithe, étant tombé dans l'Asie centrale, dans le Djorjan, au XI[e] siécle, au temps de Mahmoud le Gaznévide, ce souverain ordonna d'en fabriquer une épée, à laquelle il attribuait sans doute des propriétés magiques. Mais le métal ne put être travaillé : « *Erat infrangibile et infabricabile.* »

Ce fait est analogue à celui qu'a observé M. Nordenskiöld.

L'idée que le fer tombé du ciel devait posséder des propriétés merveilleuses a subsisté jusque de notre temps, comme en témoigne la fabrication, relatée par Boussingault, avec le fer météorique, d'une épée pour le général Bolivar, en Amérique.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats à présenter à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour une place d'Astronome titulaire, actuellement vacante à l'Observatoire de Paris.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 44 :

M. Prosper Henry obtient l'unanimité des suffrages.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 40 :

M. Paul Henry obtient l'unanimité des suffrages.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

En *première ligne*. . . . . . M. **Prosper Henry**.
En *seconde ligne* . . . . . . M. **Paul Henry**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Notice biographique sur *Georges Dufaud*, élève de la première promotion de l'École Polytechnique, ingénieur-constructeur des usines de Fourchambault (1777-1852), par M. *Alfred Saglio*.

2° Une brochure de M. *Émile Rousse*, ayant pour titre : « Flore de la Roche-Guyon (Seine-et-Oise) ». (Présentée par M. Chatin.)

ASTRONOMIE. — *Observations de petites planètes, faites à l'observatoire de Toulouse (grand télescope)*. Note de M. **B. Baillaud**, présentée par M. Tisserand.

Dates 1893.		Planètes 1893.	Étoiles de comparaison.	Gr.	Comète — Étoile Æ.	Comète — Étoile Décl.	Nombre de compar.
					m s	′ ″	
Févr.	14.	J	*a* 2195 BD + 15°	8,7	— 19,54	— 2. 7,5	16:12
Mars	21.	R	*b* 2602 BD + 5	8,0	+ 55,12	+ 3. 0,7	12:12
	22.	R	*b* »	»	— 4,02	+ 6.14,6	18:12
	22.	L	*c* 2610 BD + 0	8,5	— 69,11	—10.13,8	18:12
	23.	R	*b* »	»	— 55,61	+ 9. 2,0	18:12
	23.	L	*c* »	»	—1.44,32	— 7.59,6	15:20
	25.	R	*b* »	»	—3. 3,42	+15.36,7	15:12

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1892.		Ascension droite moy. 1893,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Févr. 14....	*a*	10.18. 2,29	1,32	15.21.49,2	−3,57	319-320 W_2. H. 10
Mars 17....	*b*	12. 9.47,25	1,47	5. 7. 7,6	−9,56	108 W_1. H. 12
22....	*b*	»	1,47	»	−9,56	»
22....	*c*	9.59.30,75	1,22	0. 2.38,4	−4,86	1239 W_1. H. 9
23....	*b*	»	1,48	»	−9,57	»
23....	*c*	»	1,22	»	−4,88	»
25....	*b*	»	1,49	»	−9,57	»

Positions apparentes des planètes.

Dates 1892.	Temps moyen de Toulouse.	Planètes 1893.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s		h m s		° ′ ″	
Févr. 17...	15.12.36	J	10.17.44,07	$\bar{1}$,472	15.19.38,1	0,662
Mars 21...	11.51.50	R	12.10.43,84	$\bar{2}$,573$_n$	5. 9.58,7	0,738
22...	12.36.35	R	12. 9.44,70	$\bar{2}$,749	5.13.12,7	0,737
22...	11.56.52	L	9.58.22,86	$\bar{1}$,333	− 0. 7.40,3	0,784
23...	10.13.29	R	12. 8.53,12	$\bar{1}$,296$_n$	5.15.59,9	0,743
23...	9.19.40	L	9.57.47,65	$\bar{2}$,771$_n$	− 0. 5.26,1	0,783
25...	15.39. 0	R	12. 6.45,32	$\bar{1}$,556	5.22.34,6	0,755

ASTRONOMIE. — *Les Biélides.* Note du **P. François Denza**, présentée par M. Tisserand.

« Outre les observations des Léonides, faites à l'observatoire du Vatican dans les nuits du 13 au 16 du dernier novembre, on en fit également dans les soirées suivantes pour se rendre compte des étoiles filantes du radiant d'Andromède constituant les différents groupes qui appartiennent à la comète de Biéla, dont le nœud descendant traversait cette année l'orbite terrestre.

» Les observations eurent lieu le soir d'assez bonne heure, vu que la constellation d'Andromède est déjà haute à cette heure-là sur l'horizon. La Lune empêchait par son éclat d'explorer le ciel, notamment dans la soirée du 27. Le ciel a été généralement toujours pur et clair.

» Le nombre total et horaire des météores aperçus chaque soir a été :

	Nombre des météores.	
Nuit du	Total.	Horaire.
20	33	11,0
21	50	16,2
27	8	3,2

» Il résulte de ce Tableau que, sauf dans la soirée du 21, dans les deux autres il n'y eut pas d'augmentation et, surtout le soir du 27, le nombre des météores fut très petit, bien qu'il faille toujours tenir compte de l'empêchement provenant de l'éclat de la Lune.

» Les trajectoires furent reportées sur les cartes à projection gnomonique et l'on releva les radiants suivants :

Radiants.	α	δ	Constellations.
1.........	25	+30	Andromède.
2.........	50	+48	Persée.
3.........	65	+45	Cocher.

» Bien qu'en petit nombre, on voit que les météores du radiant d'Andromède ne manquèrent pas.

» Dans les premières heures de la soirée du 17, l'assistant pour la photographie céleste, M. l'ingénieur Frédéric Mannucci, qui se préparait à ses observations sur la tour Léonine, remarqua une abondante pluie d'étoiles filantes rayonnant d'Andromède en grande partie; mais, comme on n'en traça point la trajectoire, et que l'observation n'en fut point faite régulièrement, on ne peut en dire rien de plus.

» La pluie météorique du soir du 23, apparue presque subitement, fut plus abondante encore. Elle fut aperçue par l'observateur, M. Fortunato Bevitori, qui se trouvait dans la cour de Saint-Damase, dans le Vatican, d'où il ne pouvait voir qu'une portion assez restreinte du ciel, à savoir, les constellations d'Orion, du Taureau et du Cocher. S'étant mis en observation, il put compter, en deux heures, jusqu'à 121 météores, ainsi distribués :

Heures.	Météores.
10,00....................	18
10,15....................	10
10,30....................	18
10,45....................	15
11,0.....................	16
11,15....................	14
11,30....................	13
11,45....................	17
Total..........	121

» Comme la partie de ciel explorée était à peu près le sixième de tout le ciel libre, ce nombre de 121 météores, rapporté à tout le ciel, donnerait au delà de 700 météores en deux heures. Et si l'on réfléchit que la vue de l'observateur était, en outre, empêchée par des lumières étrangères, et surtout par l'éclairage de la cour, il est évident que tous les météores de moindre grandeur durent lui échapper. Aussi, peut-on dire sans rien exagérer, que les météores apparus en deux heures ne furent pas moins de mille.

» Le P. Lais, sous-directeur de l'observatoire, qui se trouvait sur la tour Léonine, s'étant aperçu de l'abondance de cette pluie, sortit sur la terrasse, d'où l'on voit tout l'horizon et, en vingt minutes, il compta 30 étoiles filantes; ce qui donnerait 180 météores en deux heures pour un seul observateur, et 720 pour quatre observateurs. Ce nombre correspond à peu près à l'autre rapporté ci-dessus. Il faut, de plus, noter ici que l'observation fut faite un peu à la hâte, et sans tenir compte des météores de moindre grandeur. Il se confirme ainsi que le nombre des météores dût être au moins un millier.

» Cette fois encore on ne fit point d'observations régulières, parce qu'on ne s'attendait pas à cette apparition si soudaine. Néanmoins, le P. Lais put très bien constater que le radiant d'où émanaient presque tous les météores, était en Andromède, un peu au nord-est de la comète Holmes qui, ce soir-là, avait la position

$$\alpha = 0^h 42^m, \qquad \delta = 36° 53'.$$

» La pluie de météores du 17, aussi bien que celle du 23 novembre dut être composée de Biélides, eu égard à leur radiant en Andromède, provenant peut-être d'essaims de corpuscules qui, autrefois, faisaient partie de la célèbre comète. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la correspondance par orthogonalité des éléments*. Note de M. **Alphonse Demoulin**, présentée par M. Darboux.

« 1. Deux surfaces S et S_1 se correspondent par orthogonalité des éléments lorsqu'on peut établir entre les points M de la surface S et les points M_1 de la surface S_1 une relation telle qu'à un élément MM′ de S, il corresponde sur S_1 un élément $M_1 M'_1$, perpendiculaire à MM′.

» L'idée première de cette correspondance appartient à M. Moutard; M. Darboux en a fait ressortir toute l'importance en montrant (¹) que le problème de la déformation infiniment petite d'une surface S revient à la détermination de toutes les surfaces S_1 qui correspondent à S par orthogonalité des éléments.

» Au cours de ses leçons à la Sorbonne, M. Darboux a donné deux méthodes permettant de résoudre ce dernier problème; nous nous proposons d'en faire connaître une troisième.

» 2. Supposons que les coordonnées rectangulaires x, y, z d'un point M de la surface S soient exprimées au moyen de deux paramètres u et v; appelons x_1, y_1, z_1 les coordonnées du point correspondant M_1. On a, par hypothèse,

$$\mathrm{S}\, dx\, dx_1 = dx\, dx_1 + dy\, dy_1 + dz\, dz_1 = 0,$$

ou

$$\mathrm{S}\left(\frac{\partial x}{\partial u} du + \frac{\partial x}{\partial v} dv\right)\left(\frac{\partial x_1}{\partial u} du + \frac{\partial x_1}{\partial v} dv\right) = 0$$

ou encore

$$du^2\, \mathrm{S}\frac{\partial x}{\partial u}\frac{\partial x_1}{\partial u} + du\, dv\left(\mathrm{S}\frac{\partial x}{\partial u}\frac{\partial x_1}{\partial v} + \mathrm{S}\frac{\partial x}{\partial v}\frac{\partial x_1}{\partial u}\right) + dv^2\, \mathrm{S}\frac{\partial x}{\partial v}\frac{\partial x_1}{\partial v_1} = 0.$$

» Cette égalité devant avoir lieu quels que soient du et dv, on en conclut

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} &\mathrm{S}\frac{\partial x}{\partial u}\frac{\partial x_1}{\partial u} = 0,\\ &\mathrm{S}\frac{\partial x}{\partial u}\frac{\partial x_1}{\partial v} + \mathrm{S}\frac{\partial x}{\partial v}\frac{\partial x_1}{\partial u} = 0,\\ &\mathrm{S}\frac{\partial x}{\partial v}\frac{\partial x_1}{\partial v} = 0. \end{aligned}\right.$$

Pour intégrer ce système de trois équations simultanées aux inconnues x_1, y_1, z_1, posons

$$\left\{\begin{aligned} &\mathrm{S}x_1\frac{\partial x}{\partial u} = \mathrm{H},\\ &\mathrm{S}x_1\frac{\partial x}{\partial v} = \mathrm{K}. \end{aligned}\right.$$

Différentiant ces égalités successivement par rapport à u et à v, et tenant

(¹) *Société mathématique de France,* séance du 17 décembre 1873, et *Comptes rendus,* mars 1883.

compte des équations (1), nous aurons

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} S x_1 \frac{\partial^2 x}{\partial u^2} &= \frac{\partial H}{\partial u},\\ S x_1 \frac{\partial^2 x}{\partial u\,\partial v} &= \frac{1}{2}\left(\frac{\partial H}{\partial v} + \frac{\partial K}{\partial u}\right),\\ S x_1 \frac{\partial^2 x}{\partial v^2} &= \frac{\partial K}{\partial v}.\end{aligned}\right.$$

Si l'on élimine entre les équations (2) les inconnues x_1, y_1, z_1, on obtiendra deux équations auxquelles doivent satisfaire les fonctions H et K. Ces fonctions une fois connues, trois des équations (2) nous donneront x_1, y_1, z_1.

» 3. Nous effectuerons cette élimination en supposant u et v respectivement égaux à x et à y. Les équations (2) deviennent

$$x_1 + z_1 p = H,$$
$$y_1 + z_1 q = K.$$

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} z_1 r &= \frac{\partial H}{\partial x},\\ z_1 s &= \frac{1}{2}\left(\frac{\partial H}{\partial y} + \frac{\partial K}{\partial x}\right),\\ z_1 t &= \frac{\partial K}{\partial y},\end{aligned}\right.$$

p, q, r, s, t désignant, suivant l'usage, les dérivées partielles des deux premiers ordres de z par rapport à x et à y.

» Des équations (3) on déduit, r, s, t étant supposés différents de zéro,

$$\frac{\dfrac{\partial H}{\partial x}}{r} = \frac{\dfrac{\partial H}{\partial y} + \dfrac{\partial K}{\partial x}}{2s} = \frac{\dfrac{\partial K}{\partial y}}{t}.$$

» L'élimination de K entre ces deux équations donne l'équation, à laquelle satisfait H :

$$t\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} - 2s\frac{\partial^2 H}{\partial x\,\partial y} + r\frac{\partial^2 H}{\partial y^2} + r\frac{\partial H}{\partial x}\left[\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{r}{t}\right) - \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{2s}{t}\right)\right] = 0.$$

» On obtiendra ensuite K au moyen d'une quadrature de différentielle totale.

» 4. Comme application de la méthode générale exposée au n° 2, cherchons les surfaces S_1 qui correspondent par orthogonalité des élé-

ments à une surface réglée S. Soient

$$x = au + \alpha,$$
$$y = bu + \beta,$$
$$z = cu + \gamma$$

les équations de cette surface. Les équations (2) deviennent

$$(4) \qquad x_1 a + y_1 b + z_1 c = \mathrm{H},$$

$$(5) \qquad x_1(a'u + \alpha') + y_1(b'u + \beta') + z_1(c'u + \gamma') = \mathrm{K},$$

$$(6) \qquad 0 = \frac{\partial \mathrm{H}}{\partial u},$$

$$(7) \qquad x_1 a' + y_1 b' + z_1 c' = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial v} + \frac{\partial \mathrm{K}}{\partial u}\right),$$

$$(8) \qquad x_1(a''u + \alpha'') + y_1(b''u + \beta'') + z_1(c''u + \gamma'') = \frac{\partial \mathrm{K}}{\partial v}.$$

» L'équation (6) montre que H est une fonction de v seulement.

» Éliminant x_1, y_1, z_1 entre les équations (4), (5), (7), (8), on trouve

$$\frac{\partial \mathrm{K}}{\partial u}(\mathrm{A}u^2 + \mathrm{B}u + \mathrm{C}) + \frac{\partial \mathrm{K}}{\partial v}\mathrm{D} + \mathrm{K}(\mathrm{E}u + \mathrm{F}) + \mathrm{L}u^2 + \mathrm{M}u + \mathrm{N} = 0,$$

A, B, C, D, E, F, L, M, N désignant des fonctions de v. L'intégration de cette équation se ramène à celle du système des équations différentielles

$$\frac{du}{\mathrm{A}u^2 + \mathrm{B}u + \mathrm{C}} = \frac{dv}{\mathrm{D}} = \frac{-d\mathrm{K}}{\mathrm{K}(\mathrm{E}u + \mathrm{F}) + \mathrm{L}u^2 + \mathrm{M}u + \mathrm{N}}.$$

» L'équation qu'on obtient en considérant les deux premiers rapports est précisément l'équation différentielle des lignes asymptotiques de la surface S. Soit

$$(9) \qquad u = \frac{\mathrm{V}_1(v) + \lambda \mathrm{V}_2(v)}{\mathrm{V}_3(v) + \lambda \mathrm{V}_4(v)}$$

l'intégrale générale de cette équation. En remplaçant, dans le troisième rapport, u par sa valeur (9), on voit que K vérifie une équation différentielle linéaire. On en déduira

$$(10) \qquad \mathrm{K} = \varphi(v, \lambda, \mu),$$

μ désignant une nouvelle constante arbitraire. Si l'on établit entre λ et μ une relation arbitraire

$$(11) \qquad \mu = \psi(\lambda),$$

et qu'on élimine λ et μ entre les équations (9), (10) et (11), on obtiendra l'expression la plus générale de K. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la possibilité de définir une fonction par une série entière divergente.* Note de M. **H. Padé**, présentée par M. Appell.

« Une fonction peut être définie par une propriété telle qu'on puisse obtenir toutes ses fractions rationnelles approchées. Celles-ci forment, comme l'on sait, une suite infinie à double entrée; de cette suite peuvent être extraites, par l'application d'une même loi, une infinité de suites à simple entrée, telles que toutes les fractions d'une même suite soient les réduites successives d'une fraction continue simple; l'une de ces fractions continues simples, celle d'Euler, a pour réduites les polynômes successifs du développement en série de la fonction ([1]).

» *De toutes ces fractions continues simples, les unes peuvent être divergentes, les autres convergentes; en particulier, la série peut être convergente ou divergente.*

» Le premier exemple de cette proposition générale a été donné par Laguerre : la fonction est définie par une équation différentielle linéaire du premier ordre; il en déduit, d'une part, une série qui satisfait, au point de vue formel, à l'équation, et qui est divergente; d'autre part, une fraction continue qui converge vers la fonction. Halphen a donné le second exemple, en faisant voir que deux des fractions continues simples relatives à $\sqrt{X}$, X, étant un polynôme du troisième degré, peuvent converger dans une partie du plan, tandis que la série diverge, et diverger en certains points du plan, tandis que la série y converge. Je me propose de reprendre ce second exemple, de manière à justifier complètement la proposition générale énoncée.

» La propriété qui définit la fonction peut être d'avoir pour fractions rationnelles approchées une suite convenable de fractions données *a priori;* en particulier, pour polynômes approchés, une suite de polynômes composant une série entière, qui, d'ailleurs, peut être convergente ou divergente. Cette propriété permet, en effet, d'obtenir toutes les fractions rationnelles approchées de la fonction; de former, par suite, toutes les fractions continues simples qui lui correspondent; et il suffit que l'une

---

([1]) *Sur la représentation approchée d'une fonction par des fractions rationnelles.* Thèse de doctorat. Gauthier-Villars et fils; 1892.

de ces fractions continues soit convergente pour que l'on puisse obtenir effectivement la valeur numérique de la fonction, pour une valeur donnée de la variable.

» A ce point de vue, on peut montrer que les règles élémentaires du calcul des séries entières sont applicables aux séries divergentes aussi bien qu'aux séries convergentes :

» *Si deux séries entières, convergentes ou divergentes, définissent chacune une fonction, la série entière, convergente ou divergente, obtenue en les ajoutant terme à terme, définit elle-même une fonction qui est la somme des deux premières.*

» Un théorème analogue peut être énoncé pour la multiplication. »

PHYSIQUE. — *Nouveau scléromètre*. Note de M. **Paul Jannettaz**, présentée par M. G. Lippmann.

« *Nouveau scléromètre*. — L'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a pour but, ainsi que les scléromètres construits jusqu'à ce jour, à l'imitation de celui de Seebeck, de mesurer la dureté définie comme résistance à la rayure. Il se compose essentiellement d'une plate-forme rendue horizontale au moyen de vis calantes et munie de divers organes de mouvement qui permettent de placer une région quelconque du corps, dont on veut déterminer la dureté, au-dessous d'une pointe verticale. Cette pointe est portée par un fléau de balance, de telle sorte que l'on peut la rendre exactement normale au corps qu'elle doit rayer; les mouvements verticaux du fléau sont de deux sortes : un mouvement rapide et un mouvement lent qui amène sans choc la pointe au contact du corps.

» Le fléau est muni de coupelles destinées à recevoir les poids qui produisent la pression. En outre, à une de ses extrémités, le fléau porte une vis qui permet d'obtenir l'horizontalité, à l'autre une tige creuse formant porte-outil et pouvant recevoir tout un jeu de pointes : 1° Pointes de cuivre ou d'acier d'angles variables, rectilignes ou recourbées de manière à faire, une fois en place, des angles déterminés avec la plate-forme; 2° Pointes cristallines enchâssées dans une mâchoire métallique; l'emploi de pointes cristallines n'est pas seulement nécessaire pour attaquer des corps très durs, il a l'avantage de permettre d'avoir recours à des éléments de dureté très voisine, comme sont par exemple les angles ou les arêtes d'un même

cristal. Un fléau très léger, en aluminium, sert à observer les corps sur lesquels on n'agit qu'avec de faibles poids.

» Le point caractéristique de l'appareil est de produire la rotation du corps essayé dans un plan horizontal au-dessous de la pointe. De la sorte celle-ci trace une ligne de rayure de forme circulaire et il est facile sur cette ligne continue, produite en tous les points et ensuite examinée dans des conditions identiques, de déterminer les différences de dureté suivant les diverses directions d'un même corps. On peut, au lieu d'opérer avec un poids permettant d'obtenir une circonférence complète, choisir des poids assez faibles pour ne produire de raie que sur des arcs de cercle plus ou moins allongés.

» La première méthode est préférable, d'autant que la raie est observée au microscope; on détermine au micromètre la largeur de la raie en ses divers points. Cette méthode supprime les erreurs provenant, notamment, dans les déterminations faites au juger, des différences d'éclairage et de poli; de plus, elle permet d'établir la dureté relative des différents corps.

» Pour les corps homogènes comme les métaux il est inutile de recourir à la rotation de la plate-forme, on déplace le corps suivant un mouvement de translation; quant aux observations, elles se font au microscope, par réflexion. Je ne citerai que deux expériences relatives aux duretés du cuivre et du zinc; un grand nombre d'auteurs considèrent ce dernier métal comme plus dur que le premier; en opérant avec des métaux suffisamment purs, il est au contraire facile de constater que le cuivre est plus dur que le zinc. Ce fait mérite d'autant plus d'être signalé qu'il supprime une exception à la concordance très nette qui existe dans l'ordre des différents corps simples rangés suivant des valeurs croissantes de la dureté et des valeurs décroissantes des volumes atomiques. »

PHYSIQUE. — *Sur les indications du niveau de l'eau dans les chaudières à vapeur par le tube en verre, et leur influence sur les explosions.* Note de M. **Hervier**. (Extrait.)

« On attribue généralement au manque d'eau une grande partie des explosions de chaudières à vapeur; aussi les pouvoirs publics ont-ils imposé aux industriels de sévères prescriptions pour qu'ils puissent se rendre un

compte exact, à chaque instant, de la position occupée par le niveau du liquide dans les générateurs.

» De tous les appareils en usage, le seul reconnu par l'administration, comme donnant des indications précises, est le tube en verre.

» Cependant, on a constaté que, dans beaucoup de circonstances, le tube en verre avait induit le chauffeur en erreur. On a attribué ces indications erronées aux dispositions défectueuses des tuyaux, aux ébullitions tumultueuses, à la présence dans le tube de bulles de vapeur ou de matières émulsionnantes, enfin à l'obstruction des tuyaux par les matières étrangères.

» Mais la cause d'erreur la plus grave, et qui n'a pas jusqu'ici été signalée, provient de la perte de charge due à la condensation de la vapeur dans le tube et dans le tuyau d'amenée de cette vapeur.

» Le tube indicateur doit être en rapport d'un côté avec la réserve de vapeur, de l'autre avec l'eau contenue dans la chaudière.

» Les tubulures de communications, munies de robinets pour permettre de nettoyer et de remplacer au besoin le tube en verre, sont, le plus souvent, munies de tuyaux plus ou moins longs, de manière à faciliter l'accès et la fermeture des robinets, en cas de rupture accidentelle du tube.

» La vapeur contenue dans le tube et dans le tuyau supérieur de communication, en contact avec l'air ambiant, se condense continuellement, et crée une perte de charge qui se traduit par une colonne d'eau qui dénature le niveau vrai.

» Quand une circonstance accidentelle diminue la section du passage de la vapeur, la différence peut devenir considérable.

» Pour s'en assurer, il suffit de fermer partiellement et progressivement le robinet placé sur le tuyau. A partir d'une certaine limite, variable avec les conditions d'installation, chaque phase de la fermeture du robinet crée un niveau spécial.

» Ce niveau, qui diffère essentiellement de celui qui existe dans la chaudière, a cependant toutes les apparences du niveau vrai : l'oscillation de l'eau dans le tube est même particulièrement remarquable.

» Lorsque l'obstruction du tuyau est complète, ce qui se produit plus spécialement pour celui d'amenée d'eau, l'oscillation dans le tube est nulle; un chauffeur attentif peut reconnaître le défaut et y remédier en ouvrant le robinet de purge. Cette purge même, faite dans les conditions ordinaires, n'a aucune action sur l'engorgement partiel du tuyau d'amenée de vapeur, et ne fournit aucune indication pour le constater.

» Les ébullitions tumultueuses, qui ont donné jusqu'ici la meilleure explication des indications erronées du tube en verre, ne sauraient par leur seule action produire des effets suffisamment continus pour faire persévérer le chauffeur dans son erreur; elles paraissent, du reste, ne commencer que lorsque le niveau de l'eau s'est abaissé outre mesure dans la chaudière; et, avant qu'elles se produisent, le chauffeur peut et doit s'apercevoir de l'abaissement extraordinaire du niveau de l'eau.

» Au surplus, nous n'avons pas connaissance d'expériences directes faites pour en constater l'importance.

» Les indications erronées, dues à la perte de charge résultant de la condensation, n'excluent pas celles qui peuvent provenir des ébullitions tumultueuses. Ces deux causes d'erreur paraissent, au contraire, se compléter.

» De nombreuses circonstances peuvent produire une obstruction partielle du tuyau d'amenée de vapeur; tel est l'entraînement des matières solides contenues dans le générateur ou produites lors de la vaporisation, l'interposition de celles qui servent à confectionner les joints des robinets, enfin l'ouverture incomplète des robinets eux-mêmes.

» Les robinets qui établissent la communication entre la chaudière et le tube en verre doivent être fermés tous les soirs et ouverts tous les matins; par simple inadvertance, le chauffeur, qui du reste en ignore les inconvénients, peut laisser ces robinets entr'ouverts.

» Les réglements exigent un second appareil indicateur du niveau de l'eau, mais la prééminence que l'on accorde aux indications du tube en verre enlève à tout autre appareil une valeur comparative sérieuse; et, du moment que ce tube donne des indications paraissant exactes, elles doivent être suivies. Le seul contrôle efficace serait un second tube en verre; mais les inconvénients pratiques de cet organe fragile le font rejeter, quand il n'est pas imposé par les règlements.

» Avec les appareils actuellement en usage, l'emploi de deux indicateurs du niveau de l'eau, indépendants l'un de l'autre, est indispensable; mais, nous estimons que, pratiquement, l'emploi de deux indicateurs de systèmes différents est nuisible, et qu'il est d'une nécessité absolue que ces deux appareils soient de *systèmes identiques* se contrôlant sûrement l'un par l'autre. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les capacités initiales de polarisation.* Note de M. E. Bouty [1], présentée par M. Lippmann.

« Deux questions m'ont surtout préoccupé : 1° Comparaison des électrolytes fondus et dissous; 2° Comparaison des électrolytes solides et liquides de très grande résistance.

» 1° *Électrolytes fondus.* — Je me suis attaché tout particulièrement à l'étude de ces corps, à cause de la simplicité des conditions qu'ils réalisent. En outre de la méthode indiquée dans ma Note précédente, je leur en ai appliqué, à titre de contrôle, une deuxième, inverse, consistant à étudier la vitesse de dépolarisation. A cet effet l'auge, séparée de la pile de charge, est aussitôt fermée sur une résistance métallique R connue. Tout se passe alors comme si l'auge portait en outre une dérivation de résistance R′ très grande par rapport à sa résistance propre r (qui, dans le cas actuel, est négligeable); c'est-à-dire que, si R est très grand par rapport à R′, la vitesse de dépolarisation, qui se confond alors avec la vitesse de dépolarisation en circuit ouvert, paraît indépendante de R, tandis qu'elle est sensiblement proportionnelle à R pour de faibles valeurs du rapport $\frac{R}{R'}$. La connaissance de la vitesse de dépolarisation *due au circuit* R amène, par un calcul aisé, à la valeur de la capacité C. Cette valeur coïncide avec celle que fournit la première méthode. Il en résulte que *l'électricité absorbée en vertu de la capacité de polarisation initiale est entièrement récupérable,* à la condition d'employer pour la décharge un circuit extérieur de résistance négligeable.

» J'ai vérifié l'indépendance de la capacité initiale par rapport au sens de la polarisation à l'aide d'une électrode parasite isolée, que j'associe successivement aux deux électrodes principales pour mesurer leur polarisation individuelle. Il est indispensable, pour cette expérience, d'introduire dans le circuit dérivé une force électromotrice compensatrice que l'on règle par tâtonnements et pour chaque valeur de t de manière à ce que la charge communiquée à la capacité auxiliaire soit nulle.

» M. Blondlot [2] a découvert et j'ai vérifié qu'une électrode de platine

---

[1] Voir p. 628 de ce volume. — Page 629, 3e ligne en remontant, au lieu de *avec une valeur croissante de* K, il faut lire *avec une valeur constante de* K.

[2] Blondlot, *Thèse de Doctorat,* 1881.

récemment rougie et conservée ensuite dans l'eau acidulée diminue progressivement de capacité. Dans une de mes expériences, cette capacité est tombée de plus de 65 microfarads à 30 microfarads environ par centimètre carré, ce qui paraît être la valeur finale. Avec les électrolytes fondus, je n'ai rien observé de semblable : pour des électrodes et un électrolyte donné, la capacité initiale ne paraît dépendre que de la température.

» On sait, par les expériences de M. L. Poincaré ([1]), que la force électromotrice maximum de polarisation, dans les électrolytes fondus, décroît jusqu'à s'annuler quand la température s'élève jusqu'à la température de décomposition de l'électrolyte. Dans ces conditions, j'ai reconnu que la capacité et la vitesse de dépolarisation croissent rapidement. Pour le platine et l'azotate de soude fondu, par exemple, la capacité passe de 30 à 56 microfarads quand la température s'élève de 333° à 367°. Des électrodes de fer fournissent des capacités quatre à cinq fois plus considérables.

» 2° *Electrolytes très résistants.* — Quand un électrolyte fondu se solidifie, on ne remarque pas de discontinuité dans les phénomènes de polarisation; mais, en même temps que la résistance spécifique devient très considérable, la capacité de polarisation diminue rapidement. Dans une de mes expériences, j'ai pu suivre cette diminution jusqu'à $\frac{1}{15}$ de microfarad par centimètre carré.

» J'ai surtout employé pour ces dernières expériences un mélange à équivalents égaux d'azotates de potasse et de soude qui fournit, en se solidifiant, un bloc parfaitement compact, d'apparence porcelanique, dans lequel les électrodes se trouvent emprisonnées et où l'on n'apercoit pas trace de fissures. Il paraît donc impossible d'expliquer la diminution de capacité par des décollements d'*étendue finie*, affectant la surface de contact.

» Les choses se passent autrement avec les électrolytes liquides de grande résistance spécifique. La capacité d'électrodes de platine décroît, il est vrai, de l'acide sulfurique de conductibilité maximum à l'eau distillée et à l'alcool absolu, dans des rapports sensiblement égaux à $\frac{1}{3}$ et à $\frac{1}{6}$, mais se relève ensuite sensiblement pour des mélanges beaucoup plus résistants d'alcool absolu et de benzine. Elle ne paraît nullement tendre vers zéro quand la résistance spécifique croît indéfiniment. »

([1]) L. Poincaré, *Thèse de Doctorat*, 1890.

CHIMIE. — *Sur la distillation de mélanges d'eau et d'alcool.* Note de M. E. Sorel, présentée par M. Duclaux.

« On se sert généralement de la Table de Gröning pour déterminer, d'après la composition d'un mélange d'eau et d'alcool, la composition des vapeurs qui s'en dégagent à l'ébullition. Toutefois d'autres Tables ne sont pas d'accord avec la précédente, et celle-ci conduit à des déductions qui ne se vérifient pas rigoureusement dans l'étude des grands appareils industriels.

» Ces divergences m'ont paru devoir être attribuées à l'influence du rayonnement des parois. Ces parois, maintenues par le rayonnement à une température inférieure à celle des vapeurs, en condensent une partie plus ou moins notable, qui influe sur le mélange aériforme restant dans la panse et le chapiteau de l'appareil, et en modifie profondément la composition.

» Dans une simple cornue, il y a, en effet, pendant tout le cours de la distillation, une différence considérable entre la composition du liquide bouillant et celle du liquide qui ruisselle sur les parois. Je m'en suis rendu compte en prenant comme vase distillatoire un cylindre en cuivre étamé, portant, à la moitié de sa hauteur, une rigole inclinée faisant tout le tour de la paroi intérieure; cette rigole communiquait avec l'extérieur par un tube en syphon renversé, qui permettait de recueillir les liquides condensés. Les vapeurs, liquéfiées dans un serpentin ascendant, retournaient constamment dans le fond du cylindre.

» La température extérieure étant 18°, j'ai obtenu les résultats suivants :

Liquide bouillant.	Liquide condensé sur la paroi.
3°,9′ G.-L.	8°,8′ G.-L.
7,1	14
13	29
17,9	37
26,7	52,3
35,7	60,6
43,4	67,4
60,9	76

» Ainsi, jusqu'aux environs de 25° G. L., le liquide ruisselant sur les parois avait une richesse sensiblement double de la richesse du liquide mis en expérience, et l'on ne pouvait admettre que, si l'on eût recueilli la vapeur à la sortie, elle eût eu la composition de la vapeur dégagée au sein du liquide mis en expérience.

» J'ai donc entrepris une série d'essais à l'abri du rayonnement dans une grande cornue en cuivre de cinq litres, entièrement plongée dans un bain d'eau salée ou de glycérine, et chauffée par ce bain. Chaque essai portait sur deux litres d'un mélange d'eau et d'alcool, et on recueillait successivement, par lots séparés de 200^{cc}, le produit distillé. De la densité à 15° de ce liquide, on déduisait sa composition, et par suite celle du liquide restant. Portant sur l'axe des abscisses les volumes distillés, sur les ordonnées la richesse du liquide restant, on a dès lors la courbe d'épuisement du liquide en expérience.

» Appelant V le volume restant au moment considéré, a le titre Gay-Lussac dans le liquide, U le titre Gay-Lussac dans le liquide distillé, il est clair qu'on a, à chaque instant,

$$Va = (V - dV)(a - da) + dVU,$$

d'où

$$U = a + V\frac{da}{dA}.$$

» La valeur de U se déduit donc immédiatement de la courbe d'épuisement par la mesure du coefficient angulaire de la tangente, et autant on a de courbes d'épuisement autant on a de vérifications.

» *Exemple :* Alcool restant 10° G.-L.

$V = 0,797$	$\frac{da}{dV} = 5,15$	$V\frac{da}{dV} = 0,4095$	$U = 0,5095$
» 0,648	» 6,36	» 0,4120	» 0,5120
» 0,474	» 8,62	» 0,4185	» 0,5085
		Moyenne..........	0,5100

» J'ai obtenu ainsi la Table suivante que je mets en regard de la Table de Gröning :

	Vapeur				Vapeur		
Alcool bouillant.	d'après Gröning.	d'après Sorel.	Différence.	Alcool bouillant.	d'après Gröning.	d'après Sorel.	Différence.
G.-L.	° G.-L.	° G.-L.	°	° G.-L.	°	° G.-L.	°
0	0	0	0	55	86,2	76,54	9,66
5	43,4	35,75	7,65	60	87,3	78,17	9,13
10	57,2	51,00	6,20	65	88,2	79,92	8,28
15	65,4	61,50	3,90	70	89,0	81,85	7,15
20	71,3	66,20	5,10	75	89,8	84,10	5,70
25	75,1	67,95	7,15	80	90,6	86,49	4,11
30	78,1	69,26	8,84	85	91,5	89,05	2,45
35	80,5	70,60	9,90	90	92,6	91,80	0,80
40	82,3	71,95	10,35	95	95,4	95,05	0,35
45	83,8	73,45	10,35	97,6	97,6	97,60	0,00
50	85,1	74,95	10,15				

» La courbe donnant, d'après mes expériences, la valeur de U en fonction de a, présente cette particularité qu'après une ascension très rapide de 0° à 20°, elle se confond presque exactement, entre 25° et 65°, c'est-à-dire presque sur la moitié de sa longueur, avec la droite :

$$U = a \times 0,2975 + 59,86.$$

» Je me propose de reprendre la même étude sur d'autres mélanges de deux liquides solubles l'un dans l'autre, et d'étudier l'influence de la paroi sur la composition des vapeurs dégagées. »

CHIMIE. — *Méthode générale pour le calcul des poids atomiques d'après les données de l'analyse chimique.* Note de M. G. Hinrichs.

« Admettons que l'on ait fait une série d'analyses d'un composé renfermant les éléments A, B, ..., X; soient A, B, ..., les poids atomiques des éléments tels que l'oxygène, le soufre, etc., et soit X le poids atomique à calculer.

» Si tous les éléments employés étaient parfaitement purs, si le composé analysé l'était aussi, et si, de plus, les procédés de l'analyse étaient absolument sans erreur, la formule chimique du composé analysé nous donnerait exactement X par simple élimination algébrique. S'il n'y avait que des erreurs de pesées, on pourrait appliquer les méthodes des moyennes et de l'erreur probable. Mais on sait trop bien qu'aucune de ces conditions ne

peut être rigoureusement remplie; aussi, cette méthode n'est-elle point applicable pour la détermination des poids atomiques véritables. L'exposé de cette méthode par Strecker (voir SEBELIEN, *loc. cit.*, p. 73-76) paraît assez rigoureux, mais nous montrerons ailleurs qu'il est incomplet; de plus, la méthode a échoué chaque fois qu'on l'a essayée.

» La méthode généralement employée est celle de l'enchaînement des rapports. Choisissant arbitrairement A ($H = 1$ ou $O = 16$), on détermine $B = k_1 A$; $D = k_2 B = k_1 k_2 A$; ... et finalement

$$x = k_1 k_2 \ldots k_n \mathrm{H}.$$

» Mais, dans cette méthode, tous les rapports k sont affectés d'erreurs inconnues, et ces erreurs s'accumulent de plus en plus jusqu'à faire disparaître toute exactitude.

» Cette méthode, en Chimie, est comparable à la détermination du lieu en mer par la boussole et le loch; admissible pendant les brouillards et les ténèbres, elle est remplacée par des observations de points fixes, des étoiles, dès que cela devient possible. Entraînés par Stas, tous les calculateurs, comme Meyer et Seubert, Clarke, Sebelien, Ostwald et Van der Plaats, l'ont suivie et presque tous les chimistes ont calculé par ce procédé trompeur leurs déterminations de poids atomiques. Après un siècle de travaux expérimentaux d'un haut mérite, on a perdu toute connaissance exacte des poids atomiques et l'on s'est plu même à faire usage d'unités non retrouvables.

» Les méthodes d'élimination algébrique et de l'enchaînement des rapports sont assez bonnes en mathématique pure, mais elles ne se prêtent point aux conditions chimiques tout à fait spéciales du problème.

» Les travaux de tout un siècle ont établi ce fait capital que, en posant $O = 16$, les poids atomiques de presque tous les élements sont très voisins de nombres entiers; pour les autres, tels que Cu, Cl, la valeur est voisine d'un nombre entier et demi. Cette condition spéciale, établie par la Chimie, permet l'usage d'une solution mathématique également spéciale pour le calcul des poids atomiques.

» Soient A, B, ..., X, les poids atomiques véritables ou de précision, et soient A_0, B_0, ..., X_0 les nombres entiers susdits, ou bien les poids atomiques communs; on a

$$A = A_0 + a, \qquad B = B_0 + b, \qquad \ldots, \qquad X = X_0 + x,$$

où les écarts a, b, ..., x sont des quantités assez petites en comparaison

de A_0, B_0, ..., X_0, pour permettre l'application des procédés simples du calcul des petites différences finies. Soient α, β, ..., ξ, les coefficients correspondants pour l'unité de poids, on aura de même

$$A = A_0(1 + \alpha), \qquad B = B_0(1 + \beta), \qquad \ldots, \qquad X = X_0(1 + \xi).$$

» Par exemple, on trouve tout simplement le rapport

$$\frac{x}{A} = \frac{x_0}{A_0}(1 + \xi - \alpha),$$

en d'autres termes, le rapport vrai a pour coefficient la différence $\xi - \alpha$ des coefficients des éléments.

» On peut donc toujours trouver les valeurs des poids atomiques communs, si l'on a des analyses réellement bonnes. Ces valeurs seront fixes, si l'on a pris comme étalons des éléments tels que le diamant ou l'argent pur.

» L'étude critique des expériences se fait alors avec les poids atomiques communs d'après la façon développée dans les Notes précédentes. Si les expériences sont assez exactes, on en tirera le poids final X, où l'on trouvera l'écart x du poids commun et le coefficient ξ relatif à l'unité.

» L'étude minutieuse de ces écarts des éléments divers conduira à l'un ou l'autre des deux résultats possibles : ou ces écarts diminueront graduellement avec l'accroissement de l'exactitude des analyses et des calculs, ou bien ils s'arrêteront à des valeurs appréciables.

» Pour tous les éléments dont le poids atomique a été déterminé avec assez de précision, je peux affirmer que les écarts se sont approchés de zéro ou l'ont atteint déjà, comme je le montrerai dans une Note prochaine par quelques exemples concluants. On peut donc également affirmer que les déterminations les plus précises des poids atomiques des éléments chimiques sont exactement telles qu'elles devraient être si tous les éléments chimiques étaient formés d'une seule matière primitive.

» Pour plus de clarté ajoutons quelques exemples très simples :

» Les analyses soignées de M. Th.-W. Richards ([1]) lui ont donné $Cu = 63,61$; ayant calculé ses analyses avec les valeurs de Stas, il a dû les modifier de 0,08; donc $Cu = 63,53$ ou $x = 0,03$ et $\xi = 0,000469$.

» Le même habile chimiste a converti des poids connus de carbonate de soude en sulfate, d'où il a tiré (*loc. cit.*, 181) $S = 32,063$ et $32,075$, conformément à Stas, dont

---

([1]) *Zeitschrift f. anorg. Chemie*, I, p. 185; 1892.

il emploie les valeurs erronées de Na et de C. Écartant ces erreurs, je trouve, pour ses quatre déterminations par électrolyse, $S = 32,016$ d'où $x = 0,016$ et $\xi = 0,000500$.

» Les déterminations récentes de M. E.-T. Smith [1] par réduction de l'oxyde donnent $Cd = 112,055$ ou $x = 0,055$ et $\xi = 0,000402$.

» Ces exemples montrent comment on peut exprimer les résultats exacts des analyses sans introduire de confusion ou d'incertitudes dans les Tables des poids atomiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation de la gallanilide; sur ses dérivés triacétylés et tribenzoylés.* Note de M. P. **Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons montré précédemment que l'acide gallique, chauffé avec un excès d'aniline, se transforme en pyrogallol avec perte d'acide carbonique à une température relativement basse de 110°-120°. Le gallate d'aniline, formé en proportions théoriques, ne jouit pas d'une plus grande stabilité. Chauffé de 105°-110°, il perd de l'acide carbonique, avant de se transformer en gallanilide par perte d'eau.

» Nous avons résolu la question de la formation de la gallanilide en chauffant l'acide gallotannique avec un excès d'aniline, suivant le mode général de formation des amides, par réaction des bases sur les éthers composés. La gallanilide se forme d'après l'équation suivante :

$$\begin{array}{l} C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} CO^2H \\ (OH)^2 \\ \;O \end{array} \right. \\ \quad\;\; / \qquad\qquad + 2C^6H^5AzH^2 \\ C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} CO \\ (OH)^3 \end{array} \right. \end{array}$$

$$= C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} CO.AzH.C^6H^5 \\ (OH)^3 \end{array} \right. + C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} CO^2H.C^6H^7Az \\ (OH)^3. \end{array} \right.$$

» Il se produit en même temps du gallate d'aniline. Comme on opère la réaction en chauffant au delà de 100°, ce gallate d'aniline donne un dégagement d'acide carbonique et même, en dernier lieu, d'oxyde de carbone.

---

(1) *Zeitschrift f. anorg. Chemie*, I, p. 105; 1892.

» La masse, chauffée pendant une heure environ vers 150°, est traitée par l'eau acidifiée par l'acide chlorhydrique puis mise à cristalliser à plusieurs reprises dans l'alcool aqueux. Au bout d'un grand nombre de cristallisations, nous avons pu obtenir des cristaux lamellaires d'une grande blancheur qui perdent, à 100°, 2 molécules d'eau de cristallisation.

» Ce corps anhydre répond à la formule

$$C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} CO.AzH.C^6H^5 \\ (OH)^3 \end{array} \right. .$$

» Il fond vers 205° en se colorant à peine et sans aucun dégagement gazeux, ce qui le différencie du gallate d'aniline, lequel se décompose dès 110°. Il est très peu soluble dans l'eau froide, très soluble dans l'eau bouillante. La solution colore en bleu le perchlorure de fer. Il se dissout bien dans l'alcool à 93° et assez bien dans l'éther à 65°. Il est insoluble dans le chloroforme, le benzène et la ligroïne. Il se dissout mieux dans les alcalis en se colorant; mais l'altération n'est que partielle.

» Bouillie avec une lessive de soude pendant dix minutes, la gallanilide a été retrouvée sensiblement inaltérée. Les acides chlorhydrique et sulfurique étendus l'altèrent lentement.

» Chauffée à 150° pendant une heure avec le double de son poids d'acide chlorhydrique concentré, elle s'hydrate et se dédouble en acide gallique et aniline, que nous avons nettement caractérisés.

» Bouillie un quart d'heure avec un excès d'anhydride acétique, elle s'est transformée en un dérivé triacétylé. On obtient une masse blanchâtre qu'on lave à l'eau et qu'on fait cristalliser dans l'alcool.

» Ce corps, cristallisé sous forme de petites aiguilles blanches, très légères, fond à 160°-161° en un liquide incolore. Chauffé au delà de 200°, il dégage de l'acide acétique en se décomposant. Il n'a plus d'action sur le perchlorure de fer. Le dosage de l'azote nous a donné des chiffres concordant avec un dérivé triacétylé.

» D'ailleurs le chlorure de benzoyle donne également le dérivé tribenzoylé, dans lequel nous avons aussi dosé l'azote. On l'obtient en chauffant vers 120° pendant plusieurs heures la gallanilide avec un peu plus de 4 molécules de chlorure de benzoyle. On fait bouillir à plusieurs reprises dans l'alcool à 93° le produit formé insoluble pour le dépouiller de l'excès de chlorure de benzoyle et de matières noirâtres. Par cristallisation répétée dans le toluène bouillant, on obtient un corps blanc cristallisé en petites aiguilles fondant à 181°. Ce corps est insoluble dans la plupart des

dissolvants. Il est même très peu soluble dans le toluène bouillant. Il ne distille pas sans décomposition.

» Sans aucun doute, ces dérivés éthérés sont formés avec les trois OH phénoliques de l'acide gallique.

» En résumé, on peut obtenir l'anilide de l'acide gallique en faisant réagir l'aniline sur l'éther digallique ou acide gallotannique, suivant un des modes généraux de formation des amides. Cette réaction confirme la constitution admise pour l'acide gallotannique.

» Schiff avait signalé, il y a quelques années, cette production d'un corps cristallisé par réaction de l'aniline sur le tanin. Mais il ne s'était pas prononcé sur sa nature (*Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch.*, t. XV, p. 2591). »

HYDROLOGIE. — *Sur les lacs des Sept-Laux (Isère) et de la Girotte (Savoie).* Note de M. A. **Delebecque**, présentée par M. Daubrée.

« Pendant l'été de 1892, j'ai exploré les lacs des Sept-Laux et de la Girotte, avec l'aide de MM. E. Ritter et J. Magnin.

» Les lacs des Sept-Laux (feuille Saint-Jean de Maurienne de la Carte d'État-Major) forment, au nord et au sud du col du même nom, une série de nappes d'eau situées à des altitudes comprises entre 2000^m et 2300^m et se déversant pour la plupart l'une dans l'autre.

» Voici les plus grandes profondeurs des principaux d'entre eux :

Au nord du col.

Lac du Cos................	$42^m,30$ (se déverse dans le lac de Cotepen)
Lac de Cotepen............	70,50 (se déverse dans le lac Carré)
Lac Carré.................	35,60
Lac Noir..................	16
Lac Blanc.................	11

Au sud du col.

Lac Jeplan	3^m à 4^m (se déverse dans le lac de la Corne)
Lac de la Corne............	26^m (se déverse dans le lac de la Sagne)
Lac de la Sagne............	$21^m,80$

» En traversant ces lacs, les eaux subissent une série de décantations successives et deviennent de plus en plus claires. Ainsi, le 7 août 1892, j'ai trouvé que la transparence du lac du Cos, mesurée au disque de Sec-

chi, était de $7^m,50$, tandis que celle du lac Cotepen était de $10^m,50$ et celle du lac Carré de $13^m,50$.

» Le plus grand de tous ces lacs, le lac Cotepen, n'a que 1100^m de long sur 300^m à 400^m de large.

» Le lac de la Girotte (feuille Albertville de la Carte), situé, à l'altitude de 1736^m, entre les vallées de Beaufort et du Bon-Nant, a une longueur de 1300^m, une largeur de 400^m à 500^m et une profondeur maximum de $99^m,40$. Il est soutenu à l'aval par une digue de schistes cristallins et houillers, très délités, qui, tôt ou tard, cédera sous la pression du lac. Ce lac présente des singularités qu'on n'a encore rencontrées dans aucun bassin lacustre des Alpes. Tandis que, pour tous les lacs étudiés, la température décroît de la surface au fond pendant la saison chaude, celle du lac de la Girotte commence par décroître de la surface (17° en juillet) à la profondeur de 25^m, où elle atteint un minimum variable de 4° à 5°, suivant la saison, pour remonter ensuite et atteindre entre 90^m et 100^m la valeur de 7°.

» Cette inversion des températures (constatée à l'aide d'un thermomètre Negretti et Zambra) se produit sur toute l'étendue du lac, dont le fond est d'ailleurs parfaitement régulier et tantôt graveleux, tantôt recouvert d'une vase très siliceuse. La densité de l'eau croît néanmoins de la surface au fond, comme l'exigent les lois de l'hydrostatique; car, contrairement à ce que l'on observe dans les autres lacs, la composition chimique de l'eau du lac de la Girotte est très différente à la surface et dans les profondeurs : l'eau de la surface renferme $0^{gr},068$ de résidu fixe par litre, tandis que celle du fond en renferme $0^{gr},52$ (chiffre très considérable pour un lac alpin) dont $0^{gr},035$ de silice (SiO^2), $0^{gr},171$ d'acide sulfurique (SO^3), $0^{gr},136$ de chaux (CaO) et $0^{gr}057$ de magnésie (MgO). L'eau du fond contient en outre une quantité notable d'hydrogène sulfuré, qu'on ne trouve plus dans les couches au-dessus de 25^m.

» Ces résultats ont une analogie frappante avec ceux décrits par M. Venukoff pour la mer Noire ([1]). Mais il ne me paraît pas probable que l'hydrogène sulfuré du lac de la Girotte provienne, comme dans la mer Noire, de la décomposition de matières organiques. Il semble plus vraisemblable que des eaux souterraines relativement chaudes, riches en matières dissoutes et chargées d'hydrogène sulfuré par leur passage à travers des gîtes pyriteux, sourdent de différents côtés sur les talus du lac et

(1) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 932; 1890.

s'étalent dans les grandes profondeurs par suite de leur forte densité. Le débit de ces petites sources est trop faible pour provoquer, comme au lac d'Annecy ([1]), la formation d'entonnoirs dans la couche de vase probablement peu épaisse qui recouvre le fond du lac. D'autre part la surface du lac est alimentée par des torrents beaucoup moins riches en matières dissoutes. Le lac étant trop petit et trop encaissé pour que les vents puissent y engendrer des courants considérables, ses eaux profondes sont à peu près immobiles et la diffusion du fond à la surface ne se fait qu'avec une extrême lenteur.

» La présence du trias sur les bords du lac explique facilement la grande quantité d'acide sulfurique. On ne voit, il est vrai, que des affleurements de cargneule; mais on sait que, dans les Alpes, le gypse est presque toujours associé à cette roche. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur un moyen de préserver les plants de Betteraves ainsi que les jeunes végétaux, économiques ou d'ornement, contre les attaques des Vers gris* (Chenilles d'Agrotis) *et d'autres larves d'insectes*. Note de M. A. **Laboulbène**, présentée par M. Chambrelent.

« Les Vers gris, ou Chenilles de diverses espèces d'*Agrotis*, principalement des *Agrotis segetum* et *A. exclamationis*, sont extrêmement nuisibles, non-seulement aux Betteraves, mais encore à beaucoup d'autres végétaux de la grande culture et des jardins potagers. Pour combattre leurs ravages, on peut employer, suivant les conseils de M. Emile Blanchard, les semis, la plantation faite de bonne heure, parce que la Betterave jeune est coupée facilement au collet par les Vers gris, tandis que la plante plus avancée résiste. Le roulage, le plombage du sol, sur une profondeur de plusieurs centimètres, est très utile; les chenilles ne peuvent que difficilement se mouvoir dans une terre durcie, compacte. Plus tard les chrysalides sont empêchées de remonter pour l'éclosion; les papillons périssent sans arriver au dehors, la reproduction de l'espèce est empêchée. La cueillette, suivie de la destruction des œufs placés sous les feuilles, en plaques chacune de 40, 60, et jusqu'à 100, aurait aussi les meilleurs résultats, annihilant les jeunes chenilles qui auraient exercé leurs ravages dès leur apparition.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 897; 1891.

» A ces moyens, dont la pratique ne saurait trop être recommandée, il me paraît utile d'ajouter l'emploi, en arrosements, des macérations ou des décoctions de plantes renfermant des alcaloïdes énergiques. Ces derniers ont la propriété de s'oxyder rapidement, d'éprouver des transformations moléculaires et de ne pas persister à l'état toxique, soit sur la plante à préserver, soit dans le sol, tandis que les poisons minéraux offrent, au maximum, ce dernier inconvénient. L'arsénite de cuivre, le vert de Scheele, a été préconisé en Amérique par M. Riley pour combattre la *Doryphore* ou *Leptinotarse* de la pomme de terre. Le composé arsénical saupoudré sur les feuilles, après avoir été mélangé à la farine, ou projeté avec un liquide, fait courir des dangers aux ouvriers qui l'emploient et le poison reste indéfiniment dans la terre sans perdre son activité.

» On sait que beaucoup de plantes renonculacées vertes sont dangereuses pour les bestiaux qui les mangent, mêlées à l'herbe des prairies, tandis que desséchées elles peuvent être consommées sans péril, à l'état de fourrages. Il en est de même pour les feuilles vertes du Colchique devenues sans nocuité dès qu'elles sont desséchées. J'en ai conclu que les macérations, les décoctions de parties vertes ou de graines des végétaux renfermant des alcaloïdes, poisons énergiques, pourraient rendre de grands services, en arrosements sur les jeunes Betteraves et autres plantes récemment levées, contre les Vers gris et les diverses larves dévastatrices.

» Mes expériences variées, répétées, m'ont paru probantes et elles ont été faites en grande partie avec les tiges et les feuilles du *Delphinium grandiflorum*, vivace, ainsi qu'avec les semences des *D. grandiflorum* et *D. Ajœcis*. Je ne doute pas que celles du *Delphinium staphysagria* ne soient encore plus énergiques.

» Comme complément à ces recherches, j'ai essayé de préserver des insectes, tels que les Halticides (*Phyllotreta nemorum* et *P. flexuosa*), les jeunes Crucifères des jardins. J'ai aussi trempé des feuilles de saule dans la macération de semences de *Delphinium* et les larves de la *Chrysomela* (*Plagiodora*) *armoraciæ* les ont délaissées.

» J'estime donc que les alcaloïdes végétaux peuvent rendre à l'agriculture et à l'horticulture de grands services par la macération ou la décoction des plantes et graines qui les renferment. Les macérations constituent le procédé le plus simple, le plus pratique; peut-être faut-il rendre les solutions plus énergiques en les acidulant, pour dissoudre le plus possible des alcaloïdes toxiques.

Enfin, les Renonculacées telles que les *Delphinium* ne sont pas les seules

auxquelles on peut avoir recours, mais aussi les Aconits et encore les Datura, la Belladone, la Jusquiame, etc. Il y a là, en réalité, une mine à exploiter avec utilité pour l'agriculture et l'horticulture. »

M. Chambrelent, en présentant la Note de M. *Laboulbène,* ajoute les remarques suivantes :

« J'ai déjà fait ressortir dans plusieurs de mes précédents Mémoires les causes qui empêchaient la France d'obtenir des augmentations de produits de plusieurs milliards, qu'elle pourrait retirer de son sol agricole.

» Parmi ces causes, l'une des principales est la perte que font éprouver à nos récoltes les insectes nuisibles.

» Dans une Communication, que notre honorable confrère M. Reiset a faite à l'Académie, dans sa séance du 30 décembre 1867, il établissait que les vers blancs avaient fait éprouver, dans l'année 1866, une perte de plus de 25 millions de francs au seul département de la Seine-Inférieure ; si l'on remarque que le mal s'était produit en même temps dans bien d'autres départements, on peut juger de la perte produite, dans l'année 1866, par ce seul insecte.

» Notre ancien confrère Payen, qui était en même temps secrétaire perpétuel de la Société nationale d'Agriculture de France, avait évalué cette perte, dans une autre année, à plus de 1 milliard de francs.

» Je n'ai malheureusement pas besoin de vous rappeler les pertes que le Phylloxera a fait éprouver à la France. Je tiens cependant à dire quel service notre ancien confrère Paul Thenard a rendu à nos vignobles, en nous faisant connaître le sulfure de carbone comme remède contre le mal. Ce remède nous rend chaque année les plus grands services, et nous croyons pouvoir dire, avec notre cher et éminent confrère M. Blanchard, que, sans l'introduction et le développement de la vigne américaine en France, notre territoire serait aujourd'hui délivré de l'insecte.

» Je tiens à présenter ces observations pour établir de quelle importance sont toutes les études, au point de vue entomologiste, faites pour la destruction des insectes nuisibles aux cultures du sol, et quels services ces études peuvent rendre à l'agriculture de la France. »

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 4 AVRIL 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LOEWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la construction de la Carte du Ciel. Application numérique de la méthode de rattachement des clichés voisins;* par M. **Maurice Lœwy.**

« Soient

$\mathcal{A}'_c$, $\mathcal{D}'_c$ respectivement l'ascension droite et la déclinaison du centre du cliché principal;
i l'orientation;
$d\tau$ la correction de la valeur adoptée pour le tour de vis;
$\mathcal{A}''_c$, $\mathcal{D}''_c$, J et $d\tau'$ les grandeurs analogues pour les clichés auxiliaires;
$d\mathcal{A}'_c$, $d\mathcal{D}'_c$, $d\mathcal{A}''_c$, $d\mathcal{D}''_c$ les corrections des valeurs admises pour ces éléments;
x, y les coordonnées rectilignes d'une image sur le cliché central;
ξ, η les coordonnées pour un cliché voisin.

» Les cinq clichés pour lesquels le raccordement a été fait portent les n°s 185, 187, 201, 202, 203. Les valeurs approchées des coordonnées équatoriales des centres sont :

Pour le cliché central	n° 203......	$\mathcal{A}'_c = 10^h.52^m$	$\mathcal{D}'_c = +23°$
» associé	n° 185......	$\mathcal{A}''_c = 10.56$	$\mathcal{D}''_c = +24$
» »	n° 187......	$\mathcal{A}''_c = 10.48$	$\mathcal{D}''_c = +24$
» »	n° 201......	$\mathcal{A}''_c = 10.48$	$\mathcal{D}''_c = +22$
» »	n° 202......	$\mathcal{A}''_c = 10.56$	$\mathcal{D}''_c = +22$

» Avant d'entreprendre l'analyse du travail, nous devons présenter le Tableau des étoiles de repères utilisées. Dans ce cas spécial, il était possible de profiter d'un grand nombre de repères, bien que nous n'ayons admis que ceux dont il était possible de déduire les mouvements propres. Ces coordonnées reposent donc au moins sur l'autorité de trois Catalogues.

» Voici ce Tableau :

Positions moyennes des étoiles de repères pour 1900,0.

Numéros.	Grandeur.	Æ 1900,0.	ⅅ 1900,0.	Mouvements propres Æ.	Mouvements propres ⅅ.	Nombre de Catalogues.
2240....	8,4	10^h.43^m.37^s,36	+21°.25′. 6″,4	+0″,0080	−0″,132	4
2264....	8,5	10.44.13,01	+23.22. 8,1	0,0000	0,000	4
2265 B.D.	7,8	10.44.25,59	+23.41.37,0	+0,0050	−0,080	5
2279....	6,8	10.45.11,67	+23.56. 7,2	0,0000	+0,033	6
2286....	9,0	10.47.36,67	+22.40.44,5	0,0000	−0,050	3
2256....	8,5	10.48.31,78	+21. 3.56,9	0,0000	0,000	5
2276....	8,7	10.49. 7,56	+23.29.11,3	+0,0032	−0,131	5
2260....	9,1	10.49. 3,54	+21.16. 5,0	0,0000	0,000	3
2262....	8,2	10.49.10,17	+21.18.21,1	0,0000	0,000	6
2277....	7,3	10.50. 6,03	+23.41.53,1	0,0000	0,000	6
2279....	6,2	10.50.53,98	+22.53. 6,2	0,0000	0,000	7
2287....	7,3	10.50.57,60	+23.47. 8,0	+0,0112	0,000	7
2290....	7,5	10.51.48,11	+22.20.42,3	−0,0088	−0,202	7
2291....	7,7	10.51.51,23	+24.40.34,9	−0,0055	+0,075	3
2265....	7,8	10.51.56,16	+21.40.31,4	0,0000	0,000	5
2319....	7,7	10.52.44,92	+24.54.38,3	+0,0020	0,000	5
2292....	7,5	10.53.15,16	+21.46.25,1	0,0000	0,000	5
2291....	7,8	10.53.14,44	+22.24.15,3	−0,0023	0,000	5
2293....	7,4	10.53.19,53	+22. 2.39,1	−0,0040	−0,027	6
2295....	8,4	10.53.29,75	+22.12.26,4	0,0000	0,000	3
2288....	8,7	10.54.26,76	+23.29. 1,5	+0,0054	0,000	5

Numéros.	Grandeur.	Æ 1900,0.	Ⓓ 1900,0.	Mouvements propres Æ.	Mouvements propres Ⓓ.	Nombre de Catalogues.
2296 B.D.	7,0	10.54.40,62	+22.33.45,9	−0,0020	0,000	5
2299....	8,0	10.55.28,94	+23.50.17,5	0,0000	−0,044	4
2305....	8,1	10.57. 1,17	+24.12.44,4	+0,0035	−0,025	3
2303....	8,2	10.58.35,14	+23.41.12,0	0,0000	−0,064	5
2279....	8,4	10.59.50,57	+21.20.38,1	+0,0055	0,000	4

» Afin d'effectuer le raccordement avec exactitude, on a choisi sur chacun des quatre clichés six couples d'images se retrouvant également sur le cliché central. En s'appuyant uniquement sur les coordonnées rectilignes (x, y), (ξ, η), on a calculé alors la différence des orientations $(i - J)$ et les différences des échelles $d\tau - d\tau' = \delta\, d\tau$ entre le cliché central (203) et les clichés auxiliaires. On a obtenu pour ces quantités les nombres suivants :

203 et 185..	$(i-J) = +\ 0'.33'',8$	$\varepsilon = \pm 4'',3$	$\delta\, d\tau = -0'',007$	$\varepsilon = \pm 0'',003$
203 et 187..	$(i-J) = -11.14,2$	$\varepsilon = \pm 5,9$	$\delta\, d\tau = -0,003$	$\varepsilon = \pm 0,003$
203 et 201..	$(i-J) = +\ 1.14,4$	$\varepsilon = \pm 9,6$	$\delta\, d\tau = +0,017$	$\varepsilon = \pm 0,002$
203 et 202..	$(i-J) = -\ 0.52,6$	$\varepsilon = \pm 4,0$	$\delta\, d\tau = -0,008$	$\varepsilon = \pm 0,001$

» Ce travail exécuté en se fondant sur les formules du second Mémoire, on a formé les équations fournissant les différences des coordonnées équatoriales des centres. On y trouve ces différences, exprimées par des quantités connues, désignées dans ce Mémoire sous le nom de *coordonnées de raccordement*, et en fonction des inconnues i et $d\tau$ du cliché central.

Équations des centres.

Clichés. Æ.

185 ..... $\cos 23^\circ(\mathcal{A}''_c - 10^h.52^m - d\mathcal{A}'_c) = +55,2862 - 60',11 \sin i + 55',70\, d\tau$

187 ..... $\cos 23(\mathcal{A}''_e - 10.52 - d\mathcal{A}'_c) = -54,8688 - 59,88 \sin i - 55,28\, d\tau$

201 ..... $\cos 23(\mathcal{A}''_c - 10.52 - d\mathcal{A}'_c) = -55,2260 + 60,32 \sin i - 55,81\, d\tau$

202 ..... $\cos 23(\mathcal{A}''_c - 10.52 - d\mathcal{A}'_e) = +55,0697 + 59,68 \sin i + 55,46\, d\tau$

Clichés. Ⓓ.

185............. $(\mathcal{D}''_c - 23^\circ - d\mathcal{D}'_c) = +59',8495 + 55',27 \sin i + 59',68\, d\tau$

187............. $(\mathcal{D}''_e - 23 - d\mathcal{D}'_c) = +60,0182 - 54,86 \sin i + 60,05\, d\tau$

201............. $(\mathcal{D}''_e - 23 - d\mathcal{D}'_c) = -60,5621 - 55,26 \sin i - 60,70\, d\tau$

202............. $(\mathcal{D}''_c - 23 - d\mathcal{D}'_c) + -59,9351 + 55,03 \sin i - 59,75\, d\tau$

» Ces expressions, dont chacune repose sur la moyenne de six déter-

minations individuelles, possèdent un degré d'exactitude considérable, l'erreur d'une des coordonnées du rattachement n'étant environ que $\pm 0'',06$ d'arc. Cette première série de calculs constitue, à proprement parler, le travail du raccordement. Il devient ensuite très facile de procéder à la recherche immédiate des diverses inconnues du problème : $d\mathcal{A}_c$, $d\mathcal{D}'_c$, i, $d\tau$, $d\mathcal{A}''_c$, $d\mathcal{D}''_c$, J, $d\tau'$, etc.

» Pour atteindre ce but, on a corrigé, au préalable, les coordonnées ξ et η de chaque étoile de repère des clichés auxiliaires, au moyen des valeurs numériques précédemment trouvées pour $(i - \mathrm{J})$ et $\delta d\tau$. Par ces opérations, les coordonnées ξ, η deviennent des fonctions directes de i et de $d\tau$, et ne dépendent plus des constantes J et $d\tau'$ des plaques associées.

» En partant des formules du Mémoire, on peut dès lors former facilement les équations de condition fournies par les repères. Voici, par exemple, l'équation obtenue pour l'étoile de repère n° 2319 du cliché auxiliaire 185. On a

$$\cos 23^\circ(10^{\mathrm{h}}52^{\mathrm{m}}44^{\mathrm{s}},61 - \mathcal{A}''_c) = -44',8885 - 55',98 \sin i - 44',48\, d\tau,$$
$$24^\circ 54' 28'',3 - \mathcal{D}''_c = +54',6386 - 44',90 \sin i + 54',82\, d\tau.$$

» De l'addition de cette équation avec l'équation des centres pour le cliché 185, on déduit l'équation suivante, dans laquelle on ne voit plus figurer que les quatre inconnues $d\mathcal{A}'_c$, $d\mathcal{D}'_c$, i et $d\tau$ du cliché central,

$$0,921\, d\mathcal{A}'_c - 116',1 \sin i + 11',2\, d\tau + 0',0627 = 0,$$
$$d\mathcal{D}'_e + 10',4 \sin i + 114',5\, d\tau - 0',1502 = 0.$$

» Dans le dernier Tableau, on trouve les valeurs de ces inconnues fournies par quatre solutions différentes du problème. Mais, pour les clichés auxiliaires, on a pu seulement déduire les constantes par deux procédés distincts. Ces divers résultats indépendants les uns des autres se contrôlent mutuellement d'une manière complète et élucident la question à tous les points de vue.

» Nous allons d'abord donner l'analyse de ces divers calculs concernant le cliché central. La première méthode consiste à suivre la marche qui vient d'être indiquée pour toutes les étoiles, considérées comme appartenant aux clichés auxiliaires. On forme autant de couples d'équations (ascension droite et déclinaison) qu'il y a d'étoiles de repère. Pour chacun des quatre clichés auxiliaires et pour chacune des deux coordonnées, on forme une équation moyenne. De ces huit équations on déduit les valeurs des inconnues. Cette marche ne conduit pas aux valeurs les plus

probables, telles que les donnerait la méthode des moindres carrés, car le nombre des repères peut varier considérablement d'un cliché à l'autre. Mais, à un autre point de vue, développé dans le Mémoire, elle offre des garanties d'exactitude particulières.

» La seconde solution repose sur l'emploi rigoureux de la méthode des moindres carrés. On y établit par le procédé de rattachement les équations de condition pour les étoiles qui figurent uniquement sur les clichés auxiliaires, dans l'espace de 3 degrés carrés, c'est-à-dire qui ne se rencontrent pas en même temps sur le cliché central. On y joint, en outre, les équations fournies directement par les repères du cliché central, et l'on traite tout l'ensemble de ces équations par la méthode des moindres carrés.

» La troisième détermination s'obtient en utilisant seulement les dix étoiles de repère du cliché central sans effectuer de raccordement. En opérant de la même manière pour les autres plaques, on a trouvé pour chacun de ces clichés adjacents un système de constantes absolument indépendant.

» Le quatrième procédé (rattachement indirect) est basé sur les résultats de ces mêmes solutions particulières à chaque cliché. Connaissant par cette voie les constantes des plaques auxiliaires, on calcule les ascensions droites et les déclinaisons de trois étoiles situées près du centre de chaque cliché auxiliaire et se retrouvant aussi sur le cliché central. On constitue ainsi, sans recourir aux Catalogues, de nouvelles étoiles de repère, que l'on fait servir au calcul des constantes du cliché central. Ce raccordement, indépendant de celui qui a été fait en premier lieu, est plus expéditif; on peut y recourir quand les quatre clichés présentent assez de repères pour conduire à une détermination individuelle satisfaisante.

» Afin de connaître par le second procédé, qui d'ailleurs est plus exact, les grandeurs des éléments $d\mathcal{A}''_c$, $d\mathcal{D}''_e$, J, $d\tau'$, etc., des plaques auxiliaires, nous avons d'abord conclu les valeurs définitives des inconnues $d\mathcal{A}'_c$, $d\mathcal{D}'_e$, i et $d\tau$ du cliché central, en nous appuyant sur les trois procédés de rattachement que nous venons d'indiquer, et en donnant à la première et à la seconde solution le poids 2, et en attribuant seulement le poids 1 au calcul, un peu moins précis, résultant du raccordement indirect.

» Les valeurs ainsi conclues au moyen du Tableau d'ensemble ci-après sont les suivantes :

$$d\mathcal{A}'_c = -2'',39, \quad d\mathcal{D}'_c = +9'',46, \quad i = +38'',5, \quad d\tau = -0'',004.$$

MÉTHODE DE RATTACHEMENT DIRECT.

CLICHÉ CENTRAL (203).

PREMIÈRE SOLUTION.

Équations basées sur l'ensemble des étoiles de repères de chacun des 4 clichés auxiliaires.

$d\mathcal{A}'_c = -\ 2'',44$	$\varepsilon = \pm 0'',09$
$d\mathcal{D}'_c = +\ 9,48$	$\varepsilon = \pm 0,08$
$i = +35,39$	$\varepsilon = \pm 3,9$
$d\tau = -\ 0,00462$	$\varepsilon = \pm 0,0011$

Procédé de raccordement indirect, fondé sur les positions calculées de 3 étoiles choisies sur chacun des 4 clichés.

$d\mathcal{A}'_c = -\ 2'',22$	$\varepsilon = \pm 0'',13$
$d\mathcal{D}'_c = +\ 9,44$	$\varepsilon = \pm 0,11$
$i = +41,01$	$\varepsilon = \pm 5,4$
$d\tau = -\ 0,00234$	$\varepsilon = \pm 0,002$

SECONDE SOLUTION.

Application rigoureuse de la méthode des moindres carrés.

$d\mathcal{A}'_c = -\ 2'',42$	$\varepsilon = \pm\ 0'',11$
$d\mathcal{D}'_c = +\ 9,46$	$\varepsilon = \pm\ 0,10$
$i = +40,41$	$\varepsilon = \pm\ 4,0$
$d\tau = -\ 0,00454$	$\varepsilon = \pm\ 0,0012$

Solution particulière fondée uniquement sur les 10 étoiles de repères du cliché central.

$d\mathcal{A}'_c = -\ 2'',69$	$\varepsilon = \pm\ 0'',16$
$d\mathcal{D}'_c = +\ 9,41$	$\varepsilon = \pm\ 0,15$
$i = +24,83$	$\varepsilon = \pm\ 11,0$
$d\tau = -\ 0,01087$	$\varepsilon = \pm\ 0,0032$

CLICHÉS AUXILIAIRES.

Valeurs des inconnues conclues par le procédé de raccordement.

Cliché **185**.

$d\mathcal{A}''_c = +0'',27$	$\varepsilon = \pm 0'',14$
$d\mathcal{D}''_c = +0,80$	$\varepsilon = \pm 0,13$
$J = +4,7$	$\varepsilon = \pm 8,0$
$d\tau' = +0,0029$	$\varepsilon = \pm 0,0026$

Cliché **187**.

$d\mathcal{A}''_c = +\ 20'',71$	$\varepsilon = \pm 0'',14$
$d\mathcal{D}''_e = +\ 9,68$	$\varepsilon = \pm 0,13$
$J = +11'.52,7$	$\varepsilon = \pm 8,0$
$d\tau' = -\ 0,0012$	$\varepsilon = \pm 0,0026$

Cliché **201**.

$d\mathcal{A}''_c = -\ 1'',09$	$\varepsilon = \pm 0'',14$
$d\mathcal{D}''_c = -24,63$	$\varepsilon = \pm 0,13$
$J = -35,9$	$\varepsilon = \pm 8,0$
$d\tau' = -0,0207$	$\varepsilon = \pm 0,0026$

Cliché **202**.

$d\mathcal{A}''_c = -\ 12'',38$	$\varepsilon = \pm 0'',14$
$d\mathcal{D}''_c = +\ 14,23$	$\varepsilon = \pm 0,13$
$J = +1'.31,1$	$\varepsilon = \pm 8,0$
$d\tau' = +\ 0,0035$	$\varepsilon = \pm 0,0026$

Valeurs obtenues uniquement en se basant sur les étoiles de repères de chaque cliché.

Cliché **185** (5 repères).

$d\mathcal{A}''_c = +\ 0'',21$	$\varepsilon = \pm\ 0'',22$
$d\mathcal{D}''_c = +\ 0,68$	$\varepsilon = \pm\ 0,20$
$J = -21,0$	$\varepsilon = \pm 16,2$
$d\tau' = -\ 0,0018$	$\varepsilon = \pm\ 0,005$

Cliché **187** (7 repères).

$d\mathcal{A}'_c = +\ 20'',48$	$\varepsilon = \pm\ 0'',22$
$d\mathcal{D}''_c = +\ 9,82$	$\varepsilon = \pm\ 0,20$
$J = +12'.23,2$	$\varepsilon = \pm 14,3$
$d\tau' = -\ 0,0003$	$\varepsilon = \pm\ 0,004$

Cliché **201** (7 repères).

$d\mathcal{A}''_c = -\ 0'',98$	$\varepsilon = \pm\ 0'',20$
$d\mathcal{D}''_c = -24,35$	$\varepsilon = \pm\ 0,18$
$J = -31,0$	$\varepsilon = \pm 11,0$
$d\tau' = -\ 0,0058$	$\varepsilon = \pm\ 0,003$

Cliché **202** (7 repères).

$d\mathcal{A}''_c = -\ 12'',10$	$\varepsilon = \pm\ 0'',21$
$d\mathcal{D}''_c = +\ 14,41$	$\varepsilon = \pm\ 0,19$
$J = +2'.24,9$	$\varepsilon = \pm 15,6$
$d\tau' = +\ 0,0066$	$\varepsilon = \pm\ 0,005$

» A l'aide de ces constantes du cliché central et en nous basant sur les équations des centres et sur les valeurs de $(i - J)$ et de $\delta\, d\tau$ données précédemment, on est arrivé à la seconde série des valeurs des inconnues pour les clichés auxiliaires. L'inspection du Tableau montre que les deux solutions fondées sur le rattachement direct sont les plus exactes. La méthode de rattachement indirect vient ensuite. Les solutions individuelles ne peuvent prétendre qu'à une exactitude bien inférieure.

» Bien que les divers procédés de raccordement se trouvent basés sur 26 positions bien déterminées, l'erreur probable des coordonnées équatoriales atteint néanmoins le chiffre de $\pm\, 0'', 1$. Mais comme il faut encore admettre les erreurs réelles plus fortes que les valeurs théoriques calculées, il devient évident que le degré d'exactitude obtenu, bien que suffisant, est loin d'être exagéré.

» D'un autre côté, on constate, pour les solutions particulières, que la précision réalisée n'est pas très satisfaisante. En effet, pour la raison indiquée ci-dessus, les corrections $d\mathcal{A}''_c$, $d\mathcal{D}''_c$ peuvent être affectées d'erreurs très sensibles, et, en outre, l'incertitude dans les constantes J et $d\tau$ est susceptible d'introduire, dans la réduction des étoiles éloignées des centres, des inexactitudes dépassant la grandeur d'une seconde d'arc.

» L'analyse du même Tableau montre finalement que, même, les résultats obtenus pour les clichés auxiliaires par la méthode de raccordement, méritent beaucoup plus de confiance que les solutions particulières.

» En terminant, nous devons ajouter que le raccordement des plaques ne réclame qu'un petit surcroît de travail de quelques heures de calcul. »

OPTIQUE. — *Remarque sur la Note de M.* P. Joubin [1] *relative à la mesure des grandes différences de marche en lumière blanche;* par M. **A. Cornu.**

« Le principe de la méthode, l'application aux anneaux colorés et à la compensation de lois diverses de dispersion, est dû à Fresnel; Babinet l'a utilisé également dans des conditions analogues. (Voir le *Traité d'Optique* de Billet, t. II, p. 237.) »

---

(1) *Comptes rendus,* page 633 de ce Volume.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation approchée des fonctions expérimentales entre des limites données.* Note de M. **Vallier**.

« M. Tchebychef a fait remarquer depuis longtemps que le développement de Taylor, pour la représentation approchée d'une fonction, ne convenait plus dès que la variable s'écartait quelque peu de sa valeur initiale, et démontré qu'il était préférable dans ce cas, en désignant par φ la fonction à représenter, et par y l'expression analytique qui doit lui être substituée, de partir de l'équation $\varphi - y = f(x)$, $f(x)$ représentant le polynôme qui s'écarte le moins de zéro dans les limites considérées. En substituant dans cette équation les n racines de $f(x)$, on obtient n équations de condition pour calculer autant de paramètres dans la fonction y. Cette fonction, ainsi déterminée, s'écarte moins de la fonction véritable que si ses paramètres avaient été obtenus par toute autre méthode.

» Par suite, lorsque des recherches théoriques et expérimentales ont fait admettre comme licite la représentation de φ par y, l'erreur pouvant se développer suivant une forme parabolique, il conviendra de déterminer par le calcul ou l'expérience les valeurs de φ correspondant aux racines de $f(x)$ signalées plus haut, pour en déduire les paramètres de y.

» On peut étendre cette règle comme il suit :

» Reprenant d'abord la recherche du polynôme de degré n, qui s'écarte le moins possible de zéro lorsque x varie de $-h$ à $+h$, je rappellerai qu'en désignant par l la limite des valeurs qu'il peut atteindre, les deux équations

$$(x^2 - h^2) f'(x) = 0 \tag{1}$$

et

$$l^2 - f^2(x) = 0 \tag{2}$$

ont pour racines communes les valeurs de x, pour lesquelles $f(x)$ atteint cette valeur maximum, et la théorie des fractions continues donne successivement

$$f(x) = \cos n \arccos \frac{x}{h} \qquad \text{et} \qquad l = h : 2^{n-1}.$$

» On arrive au même résultat en remarquant que toutes les racines de $f'(x)$ sont racines doubles de l'équation (2), d'où il suit que $f(x)$ satisfait à la relation

$$(3) \qquad n^2[l^2 - f^2(x)] = (h^2 - x^2)f'^2(x),$$

qui donne immédiatement par l'intégration

$$f(x) = l\cos\left(n \operatorname{arc}\cos\frac{x}{h} + \text{const.}\right) = l\cos n \operatorname{arc}\cos\frac{x}{h},$$

la constante devant être nulle pour que $f(x)$ reste rationnelle.

» Au lieu d'astreindre la fonction $f(x)$ à passer par la valeur maximum, l pour $\frac{x}{h} = \pm 1$, on peut l'étudier entre les limites 0 et 1, et l'assujettir à s'annuler pour $x = 0$. C'est le cas, fréquent dans la pratique, où l'on connaît la valeur originelle de la fonction à représenter; l'équation (3) est alors remplacée par la relation

$$n^2[l^2 - f^2(x)] = f'^2(x)[(1-\alpha)^2 - (x-\alpha)^2],$$

le paramètre α étant défini par la condition $f(0) = 0$.

» L'intégrale de cette équation est

$$f(x) = l\cos\left[n \operatorname{arc}\cos\frac{x-\alpha}{1-\alpha} + \text{const.}\right] = l\cos n \operatorname{arc}\cos\frac{x-\alpha}{1-\alpha},$$

la constante devant être nulle, comme précédemment, pour que $f(x)$ soit rationnelle.

» Enfin la condition $f(0) = 0$ donne

$$\frac{+\alpha}{1-\alpha} = \cos\frac{\pi}{2n} \qquad \text{ou} \qquad \alpha = \cos\frac{\pi}{2n} : 1 + \cos\frac{\pi}{2n},$$

d'où finalement

$$(4) \qquad f(x) = l\cos n \operatorname{arc}\cos\left[\left(1 + \cos\frac{\pi}{2n}\right)x - \frac{\cos\pi}{2n}\right].$$

» Il suit de là que, pour représenter avec l'écart minimum une fonction φ entre les limites 0 et 1, il convient de déterminer les paramètres de la fonction y par une série d'équations $\varphi_1 - y_1 = 0$, $\varphi_2 - y_2 = 0$, ..., où $x_1, x_2, \ldots,$ sont les racines de l'équation (4), de la forme générale

$$x = \left[\cos\frac{\pi}{2n} + \cos(2k+1)\frac{\pi}{2n}\right] : 1 + \cos\frac{\pi}{2n}, \qquad k = 0, 1, 2, \ldots, n-1,$$

et de conduire les calculs numériques ou les expériences en conséquence.

» Le Tableau ci-dessous donne les valeurs des racines de $f(x)$:

Pour	$n=2$....	$x_0=0$	$x_1=0,8284$				
»	$n=3$....	$x_0=0$	$x_1=0,4641$	$x_2=0,9282$			
»	$n=4$....	$x_0=0$	$x_1=0,2813$	$x_2=0,6792$	$x_3=0,9604$		
»	$n=5$....	$x_0=0$	$x_1=0,1816$	$x_2=0,4874$	$x_3=0,7887$	$x_4=0,9750$	
»	$n=6$....	$x_0=0$	$x_1=0,1316$	$x_2=0,3436$	$x_3=0,6230$	$x_4=0,8511$	$x_5=0,9808$

» Enfin il peut encore arriver que la valeur initiale de φ soit connue, sinon avec certitude, tout au moins avec une grande approximation, supérieure à celle que comportent les autres déterminations : il conviendrait alors de donner à cette origine un « poids » supérieur et d'astreindre la fonction $f(x)$ à admettre $x=0$ comme racine double. Dans ce cas, $f(x)$ satisferait à l'équation

$$n^2[l^2-f^2(x)]=\frac{1}{x^2}f'^2(x)\,P_4, \tag{5}$$

P_4 étant un polynôme du quatrième degré soumis à certaines conditions.

» Sans entreprendre actuellement la discussion de cette équation et la recherche de la solution générale, je me contenterai d'indiquer les racines de $f(x)$ pour $n=3$ et $n=4$, déterminées par un calcul purement algébrique, et qui sont

Pour $n=3$.......	$x=0$	$x=0$	$x=0,8943$	
Pour $n=4$.......	$x=0$	$x=0$	$x=0,603$	$x=0,952$

» Ainsi, lorsque dans des recherches expérimentales on connaît la valeur originelle avec une grande approximation, et que l'on ne dispose que d'une ou deux expériences, il sera préférable de déterminer les valeurs de φ correspondant à $x=0,8943$ dans le premier cas, et $x=0,603$ et $0,952$ dans le second, pour le calcul des paramètres de la fonction y. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers benzèneazocyanacétiques et leurs analogues*. Note de MM. **A. Haller** et **E. Brancovici**.

« Comme suite à ses études sur les dérivés de l'éther cyanacétique, l'un de nous a donné la préparation des éthers benzèneazo et toluèneazocyanacétiques, en se réservant l'étude des produits de substitution de ces composés [1].

» En préparant de plus grandes quantités de ces dérivés, en vue de

---

[1] *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1171.

continuer nos recherches, nous avons été frappés des différences de solubilité et d'aspect qui existaient quelquefois entre ces composés qui avaient été soumis au préalable à l'action des alcalis à froid, dans le but de les purifier, et ceux qui n'avaient pas subi cette action (1).

» Préoccupés de ce fait, nous avons limité nos recherches aux benzèneazocyanacétates d'éthyle et de méthyle, nous proposant de continuer dans le même ordre d'idées celles relatives aux homologues supérieurs.

» *Benzèneazocyanacétate d'éthyle. Modification* α. — Nous préparions ce composé, ainsi que ses analogues, en ajoutant une solution alcoolique d'éther cyanacétique sodé à une solution aqueuse et refroidie de chlorure de diazobenzène. Le précipité formé était ensuite redissous dans un excès de potasse, et la liqueur filtrée était sursaturée par de l'acide sulfurique étendu. On faisait enfin cristalliser le produit dans l'alcool.

» Obtenu ainsi, l'éther cristallise en aiguilles jaunes, fondant bien à la température 124°-125° et possédant toutes les propriétés énumérées dans notre première Note. Mais si, au lieu d'opérer de la sorte, on dissout dans l'alcool ou la benzine, à froid ou à chaud, le produit primitif, sans le faire passer au préalable à l'état de combinaison potassique, on obtient des aiguilles dont le point de fusion varie de 104° à 120°.

» Tous ces échantillons dissous dans la potasse et reprécipités par un excès d'acide fournissent invariablement le corps fondant à 124°-125°.

» *Modification* β *de l'éther benzèneazocyanacétique.* — M. Kruckeberg prépare cet éther en neutralisant exactement une solution potassique d'éther α par de l'acide acétique ou chlorhydrique, ou en chauffant à 130° ce même dérivé α.

» Nous avons constaté que cette modification se forme toujours, mais en moindre quantité, en même temps que l'isomère α. En soumettant le dérivé fraîchement préparé à une série de cristallisations dans l'alcool, on finit par accumuler l'éther β dans les eaux mères. Il prend encore naissance, en précipitant incomplètement par un acide une solution alcaline de l'éther α, ou bien en chauffant ce même éther pendant quelques heures dans une solution de xylène. La température du bain-marie suffit même pour opérer cette transformation, mais elle ne s'accomplit qu'au bout de quatre à cinq jours; le produit devient peu à peu pâteux et finit par se liquéfier. Par refroidissement, on obtient une masse jaune qui fond à 72°-74° et fournit, par cristallisa-

(1) Pendant que nous étions occupés à élucider cette question, M. Kruckeberg, qui n'a pas eu connaissance de notre premier travail, a publié une Note préliminaire (*Journ. für prackt. Chem.*, t. XLVI, p. 579) où se trouve décrit à nouveau le benzèneazocyanacétate d'éthyle. L'auteur a fait la même observation que nous, concernant les différences de solubilité et de forme cristalline des divers échantillons; il a de plus démontré que ces composés sont isomères et a attribué à l'une des formes le point de fusion 106°-108° et à l'autre celui de 82°. C'est donc à M. Kruckeberg que revient le mérite d'avoir le premier mis en évidence ce nouveau cas d'isomérie. Nous ne sommes toutefois pas tout à fait d'accord avec lui, quant aux points de fusion des deux isomères. Pour nous, le produit le plus soluble fond à 85°-85°,5 et le moins soluble à 124°-125°, point de fusion déjà indiqué dans notre premier travail.

tion dans l'alcool, des tables rhomboïdales fondant à 85°. Cette forme β est beaucoup plus soluble dans les dissolvants usuels que la forme α. Elle cristallise, en particulier dans le benzène, en lamelles hexagonales, transparentes tant qu'elles sont au sein du liquide, mais devenant opaques au contact de l'air.

» Ce corps peut être aisément transformé en son isomère α; il suffit de le redissoudre dans la potasse, de sursaturer peu à peu à froid la liqueur avec de l'acide sulfurique, en ayant soin d'éviter l'agglomération du précipité. Par cristallisation dans l'alcool, on obtient les aiguilles fondant à 124°-125°.

» *Benzoylbenzèneazocyanacétate d'éthyle.* — Nous préparons cet éther en agitant une solution sodique d'éther α avec du chlorure de benzoyle. On agite la masse avec de l'éther et l'on sépare par filtration le nouveau dérivé insoluble. Une cristallisation dans l'alcool le fournit sous la forme d'aiguilles blanches fondant à 158°, comme l'indique M. Kruckeberg.

» *Méthylbenzèneazocyanacétate d'éthyle.* — Cet éther prend naissance en chauffant le dérivé sodé de l'*éther α et de l'éther* β avec de l'iodure de méthyle. Prismes d'un jaune clair fondant à 57°.

» *Sodiumbenzèneazocyanacétate d'éthyle.* — On le prépare en évaporant un mélange de 1 molécule d'alcoolate de sodium et de 1 molécule d'éther benzèneazocyanacétique.

» Poudre cristalline jaune, soluble dans l'eau et l'alcool, mais insoluble dans les alcalis. Séché à l'air, ce sel répond à la formule $C^{11}H^{10}Az^3O^2Na.2H^2O$, tandis que dans le vide il perd 1 molécule d'eau et a pour formule $C^{11}H^{10}Az^3O^2Na.2H^2O$.

» *Benzèneazocyanacétate de méthyle.* — En opérant exactement dans les mêmes conditions avec le cyanacétate de méthyle et le chlorure de diazobenzène, nous avons obtenu :

» *Un dérivé* α qui se présente sous la forme de petits grains cristallins, très peu solubles dans la benzine, plus solubles dans l'alcool bouillant qui le transforme partiellement en la modification β et aussi en benzèneazocyanacétate d'éthyle fondant à 85°. Ce dérivé α fond à 141°.

» *L'isomère* β cristallise en lamelles ou en aiguilles jaunes très minces fondant à 115°.

» *Le méthylbenzène azocyanacétate de méthyle* a été préparé comme le dérivé correspondant de l'éther éthylé. Il fond à 121°.

» *Le benzoylbenzèneazocyanacétate de méthyle* cristallise dans le benzène en fines aiguilles blanches, fondant à 147°.

» *Constitution des éthers benzèneazocyanacétiques.* — La solubilité des éthers benzèneazocyanacétiques dans les alcalis et les carbonates alcalins nous a conduits à les considérer comme de véritables dérivés azoïques (formule I) et non comme des hydrazones (formule II).

$$\text{(I)}\quad C^6H^5.Az = Az.CH\Big\langle{}^{CAz}_{CO^2R}. \qquad \text{(II)}\quad C^6H^5.AzH.Az = C\Big\langle{}^{CAz}_{CO^2R}.$$

» MM. Claisen et Beyer [1] ont attribué une constitution analogue et

[1] *Deut. chem. Ges.*, t. XXI, p. 1697.

pour les mêmes raisons à l'aldéhyde benzèneazoacétoacétique, à la benzène-azoacétylacétone, etc.

» Les recherches de MM. R. Meyer, V. Meyer, de Pechmann, Ramberger et Weelwright semblent, au contraire, démontrer que tous les dérivés azoïques de la forme

$$R-Az^2-CH\begin{cases}\overline{R}\\ \overline{R}\end{cases}$$

n'existent pas et qu'on doit les considérer tous comme des hydrazones. Par certaines de leurs propriétés, ces corps se comportent, en effet, comme des hydrazones.

» En adoptant cette façon de représenter nos éthers, ils deviennent des hydrazones des éthers cyanooxaliques

$$OC\begin{cases}CAz\\ -CO^2R.\end{cases}$$

» Nous avons essayé d'apporter quelques arguments de plus en faveur de cette manière de voir et avons fait agir, dans des conditions diverses, la nitrosométhylaniline sur l'éther cyanocétique et sur son dérivé sodé, dans le but d'obtenir la méthylhydrazone de l'éther cyanooxalique composé, qui aurait été identique au produit désigné plus haut sous le nom de *méthylbenzèneazocyanacétate d'éthyle*.

$$C^6H^5.-Az\begin{cases}CH^3\\ AzO\end{cases} + CH^2\begin{cases}CAz\\ CO^2C^2H^5\end{cases}$$

$$= H^2O + C^6H^5.Az\overset{\diagup CH^3}{-}Az = C\begin{cases}CAz\\ CO^2C^2H^5.\end{cases}$$

» Tous les essais tentés sont restés sans succès.

» Une autre tentative a été faite pour mettre en évidence la fonction hydrazone supposée à ces éthers. M. Miller [1] a démontré que certaines hydrazones, et en particulier celle de l'éther acétoacétique, étaient susceptibles de se combiner à l'acide cyanhydrique pour donner naissance à des nitriles :

$$C^6H^5.AzHAz = C\overset{\diagup CH^3}{-}CH^2.CO^2C^2H^5 + CAzH$$

$$= C^6H^5.AzH.AzH.C\begin{cases}\diagup CH^3\\ -CH^2.CO^2C^2H^5.\\ \diagdown CAz\end{cases}$$

---

[1] *Deut. chem. Ges.*, t. XXV, p. 2020.

» Nos éthers mis en présence du formonitrile, dans les conditions indiquées par M. Miller, ne s'y sont pas combinés. Ils ne se comportent donc pas comme l'hydrazone de l'éther acétoacétique, qui est une hydrazone de corps à fonction cétonique.

» La question de la constitution de nos éthers ne nous paraît donc pas encore tranchée : aussi leur conserverons-nous provisoirement le nom d'*éthers benzèneazocyanacétiques*.

» *Interprétation de la nature de l'isomérie des éthers* α *et* β. — Si l'on considère ces éthers comme des hydrazones, l'isomérie est du même genre que celle constatée par MM. Hautzsch et Kraft sur la phénylhydrazone de l'anisylphénylcétone ([1]) et par MM. Hautzsch et Overton ([1]) sur un ensemble d'autres hydrazones.

» On pourrait alors considérer les deux éthers α et β comme des stéréoisomères ayant les formes

$$\begin{array}{c} \mathrm{AzC-C-CO^2R} \\ \| \\ {\mathrm{H} \atop \mathrm{C^6H^5}} \rangle \mathrm{Az-Az}, \end{array} \qquad \begin{array}{c} \mathrm{AzC-C-CO^2R} \\ \| \\ \mathrm{Az-Az} \langle {\mathrm{H} \atop \mathrm{C^6H^5}} \end{array}.$$

» Les envisage-t-on, au contraire, comme de véritables dérivés azoïques, on pourrait les représenter par les deux formules suivantes

$$\begin{array}{c} \mathrm{C^6H^5Az} \\ \| \\ {\mathrm{H} \atop {\mathrm{RCO^2} \atop \mathrm{CAz}}} \rangle \mathrm{C-Az}, \end{array} \qquad \begin{array}{c} \mathrm{C^6H^5Az} \\ \| \\ \mathrm{AzC} \langle {\mathrm{H} \atop {\mathrm{CO^2R} \atop \mathrm{CAz}}} \end{array}.$$

» Enfin l'isomérie peut dépendre du groupe cyanacétique lui-même qui renferme un atome de carbone dissymétrique. Il serait, par conséquent, aisé de concevoir d'autres schémas rendant compte des différences qui existent entre les composés α et β.

» Nous continuons l'étude de ces composés et avons également entrepris l'étude du benzèneazoacétoacétate d'éthyle, dont le point de fusion varie, d'après les auteurs, de 59°,5 à 75° et même à 82°-83°. »

M. **Ch. Friedel** fait hommage à l'Académie d'un volume qu'il vient de publier sous le titre : « Cours de Minéralogie professé à la Faculté des Sciences de Paris. Minéralogie générale ».

([1]) *Deut. chem. Ges.*, t. XXIV, p. 3511 ; t. XXVI, p. 9 et 28.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1893.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Fourneyron. — MM. Lévy, Léauté, Sarrau, Resal, Boussinesq réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Haton de la Goupillière et Deprez.

Prix Lalande. — MM. Lœwy, Faye, Tisserand, Wolf, Janssen réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Callandreau et d'Abbadie.

Prix Valz (Astronomie). — MM. Tisserand, Faye, Lœwy, Janssen, Wolf réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Callandreau et Poincaré.

Prix Janssen. — MM. Janssen, Faye, Wolf, Tisserand, Lœwy réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Callandreau et Cornu.

Prix Montyon (Statistique). — MM. Larrey, Haton de la Goupillière, de Jonquières, Bertrand, Favé réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bouquet de la Grye et Darboux.

Prix La Caze (Physique). — MM. Bertrand, Cailletet, Sarrau réunissent la majorité des suffrages, et seront adjoints aux Membres de la Section de Physique pour constituer la Commission. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Poincaré et Boussinesq.

CORRESPONDANCE.

GÉODÉSIE. — *De la mesure du parallèle 47°30′ N. en Russie.* Note de M. **Vénukoff**, présentée par M. Janssen.

« J'ai l'honneur d'attirer l'attention de l'Académie sur les principaux résultats de la mesure du parallèle 47°30′ N., en Russie, entre les méridiens de Kichinev et d'Astrakhan, dont la différence des longitudes est égale à 19°11′55″,11.

» Les opérations géodésiques exécutées le long de cet arc ont donné pour sa longueur totale 1446462^{m}, ce qui correspond à 75336^{m} par degré de longitude. Mais ce chiffre moyen n'est pas partout le même; notamment entre les méridiens de Rostov-sur-Don et de Sarepta, l'arc géodésique surpasse l'arc astronomique de 15",26, tandis que, un peu plus vers l'est, entre les méridiens de Sarepta et d'Astrakhan, c'est l'arc astronomique qui surpasse le géodésique de 9",82. Il est curieux que le même phénomène et dans le même sens se répète sous le parallèle 52°, où nous voyons que, entre Lipetzk et Saratov, l'arc géodésique dépasse l'astronomique de 12",36, tandis que, plus à l'est, entre Saratov et Samara, au contraire, il est plus court que l'astronomique de 9",82. Cette symétrie de variations nous montre que les plaines de la Russie orientale sont formées d'après la même loi géométrique sur une vaste étendue.

» En comparant la mesure du parallèle 47°30' avec celle du 52°, on aperçoit aussi un autre phénomène intéressant. La loi de la diminution de longueur des degrés de longitude ne s'accorde pas, en Russie, avec les principes établis par Clarke qui a reconnu, pour l'Angleterre et la France, l'aplatissement du sphéroïde terrestre égal à la fraction $\frac{1}{293.46}$. Pour établir l'harmonie entre les mesures des parallèles 52° et 47°30', en Russie, et du méridien Cap-Nord-Dorpat-Bas-Danube (25°10'), il faut admettre que l'aplatissement de la Terre y soit égal à $\frac{1}{299,65}$. C'est, d'ailleurs, à peu près le résultat auquel était arrivé, en 1841, Bessel pour l'Allemagne orientale ($\frac{1}{299,26}$).

» Enfin, remarquons que, dans le Rapport général des géodésiens russes sur la mesure des parallèles 52° et 47°,5, qui est rédigé par le général Stebnitzky et que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, on trouve les résultats des opérations géodésiques le long de trois méridiens (Kichinev, Kharkov et Sarepta) qui relient entre eux ces deux parallèles vers leurs extrémités et au milieu. Ce calcul de contrôle confirme la solidarité des travaux exécutés dans cinq directions différentes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Essais de condensation des éthers acétylcyanacétiques avec les phénols.* Note de M. **A. Held**.

« En faisant agir les phénols sur l'éther acétylacétique, sur ses dérivés substitués, ou sur l'éther benzoylacétique de M. Baeyer [1] en présence d'agents déshydratants, on obtient toute une série de corps dérivant de la

---

[1] *Ber. der deuts. chem. Gesell.*, t. XV, p. 2705.

coumarine ou de l'oxycoumarine par substitution dans la chaîne latérale.

» MM. Pechmann et Duisbug (1), en opérant sur l'éther acétylacétique et la résorcine en présence d'acide sulfurique concentré, ont obtenu la β-méthylombelliférone :

$$CH^3-CO-CH^2-COOC^2H^5 + C^6H^4(OH)^2$$
$$= CH^3-O\begin{cases} OH \\ \\ C(CH^3)=CH-CO \end{cases} + C^2H^6O + H^2O.$$

» Il nous a paru intéressant de rechercher de quelle façon se comporteraient les dérivés cyanés des éthers acétylacétiques, alors que l'introduction du groupe CAz en a modifié assez profondément les propriétés générales.

» Nos recherches ont porté sur les acétylcyanacétates d'éthyle et de méthyle, le phénol et la résorcine.

» 1° *Acétylcyanacétate d'éthyle et phénol.* — A un mélange à molécules égales de 15gr,5 d'éther acétylcyanacétique et 9gr,40 de phénol pur, on ajoute, par petites portions et en refroidissant, 50gr d'acide sulfurique concentré. Au bout de vingt-quatre heures au moins de contact à la température ordinaire, on verse dans deux à trois fois son poids d'eau froide, ou mieux sur de la glace pilée : il se produit un abondant précipité floconneux blanc, qu'on recueille, qu'on lave à l'eau et qu'on purifie par cristallisation dans l'éther. On obtient ainsi de gros cristaux prismatiques, incolores, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique cristallisable, fondant à 110°. Leur solution alcoolique se colore en rouge vif avec le perchlorure de fer.

» Les résultats de l'analyse de ce corps répondent à la formule $C^9H^{11}AzO^4$, produit d'hydratation pure et simple de l'éther acétylcyanacétique, et dont la constitution peut être représentée par la formule

$$CH^3-CO-CH\begin{cases} CAz \\ COOC^2H^5 \end{cases} + H^2O = CH^3-CO-CH\begin{cases} COAz^2H^2 \\ COOC^2H^5 \end{cases}.$$

» En effet, en faisant bouillir ce produit avec une solution de potasse en quantité calculée, jusqu'à cessation de dégagement d'ammoniaque, on retrouve, comme produits de la décomposition, de l'alcool, de l'acide acétique et de l'acide malonique. Ce dernier, transformé en sel de plomb, a été analysé.

Trouvé : Pb °/o .... 66,82 Calculé pour $C^3H^2O^4Pb$: Pb °/o .. 66,99

$$CH^3-CO-CH\begin{cases} COAzH^2 \\ COOC^2H^5 \end{cases} + 3KOH = CH^3-COOK + CH^2\begin{cases} COOK \\ COOK \end{cases} + AzH^3 + C^2H^6O.$$

(1) *Ber. der deuts. chem. Gesell.*, t. XVI, p. 2119.

» Il résulte de là que le phénol n'intervient pas directement dans la réaction, à l'inverse de ce qui se passe avec l'éther acétylacétique : il donne avec l'acide sulfurique des dérivés sulfonés, et seul l'éther acétylcyanacétique subit une transformation assez imprévue dans les conditions de l'expérience.

» Il était naturel de s'assurer si cet éther, *en l'absence de phénol,* fournirait le même produit d'hydratation sous l'influence de l'acide sulfurique; des essais faits avec de l'acide sulfurique étendu de très peu d'eau et en proportions variables n'ont donné aucun résultat, même après un temps très long : l'éther se retrouvait inaltéré.

» En employant l'acide sulfurique concentré, et au bout de six à huit semaines de contact, le phénomène d'hydratation s'était reproduit, mais le rendement avait diminué dans la proportion de $\frac{1}{20}$ environ. L'analyse a démontré, d'ailleurs, l'identité du produit ainsi obtenu avec celui cité plus haut.

» 2° *Acétylcyanacétate d'éthyle et résorcine.* — Si au phénol on substitue la résorcine, les résultats sont tout différents de ceux mentionnés plus haut : en opérant dans les mêmes conditions, l'action de la résorcine fournit un produit ne renfermant pas d'azote, très peu soluble dans l'eau, même bouillante, soluble dans l'alcool, d'où il cristallise en aiguilles prismatiques minces et cassantes, fusibles à 185°. Ses solutions ne se colorent pas avec le perchlorure de fer. Les alcalis le dissolvent facilement, en donnant une fluorescence bleue intense.

» Ces propriétés sont celles de la β-méthylombelliférone obtenue par MM. Pechmann et Duisbug par l'action de la résorcine sur l'éther acétylacétique en présence de l'acide sulfurique.

» L'analyse a d'ailleurs confirmé cette prévision.

» La réaction finale peut se représenter par la formule

$$C^6H^4(OH)^2 + CH^3\text{-}CO\text{-}CH\left\langle\begin{matrix}CAz\\ CO\,OC^2H^5\end{matrix}\right. + H^2O$$

$$= C^6H^3\left\langle\begin{matrix}OH\\ O\text{——————}\rceil\\ C(CH^3) = CH\text{-}CO\end{matrix}\right. + CO^2 + C^2H^6O + AzH^3.$$

» 3° *Acétylcyanacétate de méthyle et phénol.* — L'acétylcyanacétate de méthyle, employé dans les mêmes conditions que son homologue supérieur, ne subit aucune espèce de transformation; même après plusieurs semaines de contact avec l'acide sulfurique, en présence ou en l'absence de phénol, l'éther se retrouvait inaltéré.

» A une température plus élevée, l'éther se décompose complètement en acides acétique, carbonique, ammoniaque et alcool.

» 4° *Acétylcyanacétate de méthyle et résorcine.* — Il nous a été impossible, dans ce cas, même au bout de plusieurs semaines de contact, d'isoler une quantité appréciable de méthylombelliférone. L'addition d'eau au mélange précipite l'éther acétylcyanacétique non attaqué; la résorcine a passé à l'état de sulfonés, cependant en sursaturant par un alcali les eaux mères aqueuses, on obtient une fluorescence bleu verdâtre, indice d'une transformation tout au moins partielle, mais il nous a été impossible d'isoler le corps qui la produit et qui n'a dû se former qu'en très minime proportion.

» De ce qui précède, il résulte que l'acétylcyanacétate d'éthyle se comporte d'une façon différente suivant la nature du phénol employé : dans le cas du phénol, au lieu de fournir un produit analogue ou identique à la méthylcoumarine, qui s'obtient par condensation de l'éther acétylacétique et de phénol, il donne un produit de substitution et de transformation de l'éther malonique, le phénol n'entrant pas en réaction.

» Dans le cas de la résorcine, la fonction nitrile est saponifiée, et l'on obtient le même produit que par la condensation de l'éther acétylacétique avec la résorcine.

Quant à l'acétylcyanacétate de méthyle, il ne se produit de transformations appréciables dans aucun sens. Nous avons eu déjà autrefois l'occasion de signaler la différence d'allure de ces deux homologues, dans quelques cas particuliers.

» Ajoutons enfin que l'emploi d'agents déshydratants autres que l'acide sulfurique, tels que le chlorure de zinc ou le chlorure d'aluminium, n'a donné aucun résultat. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'érythrite*. Note de M. **G. Griner**, présentée par M. Friedel.

« Seuls, parmi les alcools polyatomiques à chaîne normale, les alcools tétra- et pentatomiques ont résisté aux nombreux essais de synthèse tentés jusqu'à ce jour. La solution du problème pour les alcools en C^4, c'est-à-dire pour l'érythrite, a d'autant plus d'importance qu'une fois obtenue la belle méthode de M. E. Fischer permettra sans doute de réaliser la synthèse des alcools en C^5. Mes recherches antérieures ([1]) sur les carbures non-saturés, en particulier sur le diallyle (hexadiène 1.5), et sur le glycol incomplet résultant de l'hydrogénation de l'acroléine m'avaient fait prévoir la possibilité de remonter à l'érythrite en partant d'un carbure non saturé, le divinyle ou butadiène 1,3. $CH^2 = CH - CH = CH^2$. Vivement encouragé par mon maître, M. Friedel, et soutenu de ses conseils, j'ai entrepris ce travail.

» On sait que le butadiène 1.3 ou divinyle, qui est un des produits de réduction de l'érythrite par l'acide formique, se trouve également dans les produits de condensation du gaz comprimé et que la synthèse totale

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXVI, p. 305.

en a été réalisée par M. Berthelot (1). L'identification des carbures provenant de ces diverses sources résulte de l'étude des produits d'addition qu'ils donnent avec le brome et a été faite par MM. Caventou (2), Henninger (3), Prunier (4), Ciamician et Magnaghi (5), Grimaux et Cloëz (6). J'ai repris et contrôlé l'étude des tétrabromures du divinyle (butadiène 1.3) provenant de l'érythrite et du gaz d'éclairage. Ce carbure, unique, bout à + 1° sous la pression ordinaire : traité avec précaution par le brome en excès, il donne naissance à deux tétrabromures $C^4H^6Br^4$, l'un fondant à 116°, l'autre à 39°. L'isomérie de ces deux composés est d'ordre stéréochimique, ce que déjà, en 1887, MM. Ciamician et Magnaghi avaient avancé; j'ai donné dans un précédent travail (*loc. cit.*) de nombreux exemples de pareilles isoméries. Mais on ne peut passer de ces tétrabromures aux alcools correspondants; j'ai donc cherché un autre procédé.

» Lorsqu'on fixe du brome sur le butadiène 1.3, dilué dans une grande quantité de chloroforme et refroidi à — 21°, on réalise la formation d'un bibromure $C^4H^6Br^2$ (7), liquide bouillant à 74°-76° sous une pression de 26mm. Ce corps, instable sous sa forme liquide, se transforme très rapidement à 100° et lentement à froid en un produit solide de même composition, bouillant à 92°-93°, sous la pression de 15mm, et fondant à 53°-54°. Ce composé est très volatil; il se sublime facilement; il a une odeur piquante et il irrite vivement les yeux.

» J'ai traité ce bibromure par l'acétate d'argent en léger excès et par une quantité d'anhydride acétique suffisante pour permettre le contact et j'ai chauffé à 125°-130° pendant huit heures. Le produit de cette réaction est un composé liquide, exempt de brome, bouillant vers 110°, sous la pression de 20mm : c'est une diacétine non saturée, $C^4H^6(C^2H^3O^2)^2$, qui fixe facilement le brome et donne un corps fusible à 87°, dont l'analyse conduit à la formule $C^4H^6Br^2(C^2H^3O^2)^2$.

» Enfin cette dibromdiacétine, traitée de la même manière par l'acétate d'argent, m'a donné un corps solide fusible à 85°. L'analyse lui as-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, p. 466.
(2) *Bulletin de la Société chimique*, t. XIX, p. 145.
(3) *Bulletin de la Société chimique*, t. XIX, p. 145.
(4) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XVII, p. 17.
(5) *Berichte der deut. chem. Ges.*, XIX, 570 et XX, p. 3064.
(6) *Bulletin de la Société chimique*, t. XLIII, p. 32.
(7) *Analyse*, Trouvé : Br pour 100 = 74,30; Calculé : Br pour 100 = 74,76.

signe la formule $C^4H^6(C^2H^3O^2)^4$ d'une tétracétine d'un alcool tétratomique. Or j'ai, avec l'érythrite naturelle, préparé, par la méthode si rapide de M. Franchimont, une tétracétine ayant les mêmes caractères que celle obtenue par synthèse. Ces deux corps sont parfaitement identiques (point de fusion 85°, et forme cristalline). Dès lors il était déjà certain que l'alcool tétratomique de synthèse serait identique à l'érythrite. J'ai procédé à la saponification de ma tétracétine à l'aide de l'eau de baryte concentrée, et en chauffant à 100° durant quatre heures; cette opération permet en même temps le dosage de l'acide acétique provenant de la saponification (¹) et la préparation de l'alcool tétratomique que l'on retire de la solution aqueuse après saturation exacte de l'excès de baryte par l'acide sulfurique, puis évaporation dans le vide. On obtient ainsi de jolis cristaux quadratiques tout à fait semblables à ceux de l'érythrite naturelle et fondant comme eux à 118°.

» J'ai donc réalisé la synthèse complète de l'érythrite. Le corps fourni par la nature est un inactif indédoublable; on peut cependant concevoir, en outre, l'existence de deux isomères stéréochimiques qui présenteraient l'activité optique. La synthèse chimique ne m'a fourni jusqu'ici que le premier, l'inactif indédoublable; je m'occupe actuellement de chercher à réaliser la production d'une érythrite racémique (²). »

CHIMIE. — *Action de la température sur le pouvoir rotatoire des liquides.* Note de M. A. AIGNAN.

« Se fondant sur le fait que l'oxyde d'isobutylamyle présente un pouvoir rotatoire qui change de signe à — 30°, M. Colson a cru pouvoir conclure que « la constitution chimique ne paraît pas être le facteur prépon» dérant dans la valeur ou dans le signe du pouvoir rotatoire (³) ». Sans prendre parti dans cette discussion, il me semble que l'on peut interpréter d'une manière différente les phénomènes physiques signalés par M. Colson.

(¹) Baryte combinée BaO pour 100: trouvé 105,39; calculé 105,51.

(²) Je dois à la générosité de M. de Luynes l'érythrite qui m'a permis de préparer le divinyle en quantité suffisante; je remercie également M. Hugon, directeur de la Société du Gaz général de Paris, qui a bien voulu mettre à ma disposition les huiles légères de houille nécessaires à ce travail.

(³) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 319-322; 1893.

» Si l'on calcule l'effet produit au polarimètre, sur une radiation déterminée, par un mélange de deux corps actifs de signes contraires, on voit aisément que cet effet peut être nul pour des valeurs convenables des poids des deux corps mélangés.

» Si, étant donné un pareil mélange *inactif par compensation*, on examine à la même température son effet sur une radiation différente de la première, on doit en général le trouver actif dans un sens ou dans l'autre, suivant que la nouvelle radiation a une longueur d'onde plus ou moins grande que la première.

» Si l'on observe l'effet produit par cette liqueur sur la radiation primitive à différentes températures, on doit trouver que la compensation cesse d'avoir lieu et l'on doit, à partir de la température de rotation nulle, observer soit une rotation dans un sens, soit une rotation en sens contraire, suivant qu'on passe à des températures supérieures ou à des températures inférieures.

» En opérant sur un mélange d'essence de térébenthine (gauche) et de camphre (droit) dissous dans la benzine, et sur un mélange d'essence de térébenthine et d'huile de résine, j'ai complètement vérifié toutes les déductions précédentes.

» Voici, par exemple, les résultats fournis par le premier mélange, examiné dans le tube de 20^{cm} :

Radiation rouge		Radiation jaune		Radiation verte	
ω.	t.	ω.	t.	ω.	t.
— 2°.37′	+ 13	— 0°.43′	13	+ 2°.24′	13
— 1.32	35	+ 0.24	33	+ 4. 5	38
— 0.50	50,5	+ 1.30	51	+ 5. 6	50
— 0.21	61	+ 1.59	61	+ 5.33	62
+ 0.10	73	+ 2.40	75	+ 5.54	72
+ 0.34	86	+ 3	81	+ 6.43	90

» Biot avait déjà signalé des phénomènes de ce genre, à propos de la variation du pouvoir rotatoire des solutions d'acide tartrique ([1]). Il trouva, en effet, que ce pouvoir [α] était lié à la proportion d'eau e contenue dans la solution par la relation

$$[\alpha] = A + Be,$$

([1]) *Mémoires de l'Institut de France*, t. XV.

et il fit observer que, A et B étant de signes contraires, pour une valeur de e la solution serait inactive sur la radiation employée. Mais, A et B changeant avec la longueur d'onde, la solution en question serait active pour des radiations différentes. D'ailleurs A dépendant de la température, la solution inactive en apparence à une température t pour la première radiation devait être active, soit dans un sens soit dans l'autre, aux températures différentes.

» En présence de ces variations, Biot n'a pas songé à supposer que la symétrie des molécules d'acide tartrique et son pouvoir rotatoire eussent changé de signe avec la température ou le degré de dilution. Je montrerai, dans un Mémoire qui sera prochainement publié, que l'on peut expliquer tous ces faits d'une manière simple, en admettant que des solutions comme celles de l'acide tartrique renferment des composés partiellement dissociés (1).

» Étant donné un liquide qui, comme celui de M. Colson, présente de telles particularités, l'hypothèse la plus simple à examiner d'abord me semble donc de supposer qu'il contient des molécules actives de deux espèces distinctes, douées de pouvoirs rotatoires de signes différents. Il n'y aurait rien d'étonnant qu'il en fût ainsi pour l'oxyde d'isobutylamyle étudié par M. Colson. Mais il ne serait pas même nécessaire, pour expliquer les résultats trouvés par M. Colson, de supposer que l'oxyde d'isobutylamyle examiné par lui fût un produit complexe. Il suffirait d'admettre, comme on est conduit à le faire pour les solutions d'acide tartrique, que les molécules d'isobutylamyle sont susceptibles de se polymériser à l'état liquide, de telle sorte que le signe du pouvoir rotatoire caractérisant la molécule d'isobutylamyle fût celui qu'on observe à température élevée.

» Cette hypothèse me paraît conforme aux faits les mieux observés sur la variation du pouvoir rotatoire spécifique par l'effet d'une variation de température. Si elle est juste, M. Colson pourra vérifier, ce que je n'ai pu faire faute du liquide en question, que l'oxyde d'isobutylamyle, inactif à une température convenable pour la lumière jaune du sodium, est négatif à cette même température pour certaines radiations et positif pour d'autres. »

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXII.

PRÉHISTORIQUE. — *Village néolithique de la Roche-au-Diable, près de Tesnières, canton de Lorez-le-Bocage (Seine-et-Marne).* Note de M. **Armand Viré**, présentée par M. Daubrée.

« Ayant entrepris, au mois d'octobre dernier, des fouilles dans la vallée du Lunain (¹), j'ai constaté près de Tesnières l'existence d'un village néolithique, d'un type non encore rencontré jusqu'ici.

» Il se compose d'une série de fonds de cabanes carrées, se touchant les unes les autres, orientées à peu près de l'est à l'ouest, et formant une rue très régulière.

» A l'extrémité orientale, était une sorte d'enceinte carrée en pierres, élevée de 60^{cm} à 80^{cm} au-dessus du sol, mesurant à peu près $2^m,50 \times 3$, percée d'une porte au sud, et présentant à l'intérieur, vers le linteau gauche de la porte, une cavité circulaire de 30^{cm} de diamètre sur 20^{cm} de profondeur, paraissant encore contenir des cendres, et dont les parois d'argile étaient cuites sur une épaisseur de 3^{cm} à 5^{cm}. Il est d'autant plus évident que ce trou servait de foyer, que j'ai pu constater l'été dernier, chez les Kabyles du Djurjura (Algérie), l'existence de semblables foyers dans les gourbis.

» A 1^m de cette construction, en venait une autre, circulaire, de 2^m et quelques centimètres de diamètre intérieur, composée de moellons de calcaire et de grès cliquart. La paroi sud était formée de deux énormes grès laissant à la base un espace de 50^{cm} et se rejoignant au sommet; ils formaient ainsi une porte triangulaire. Cette construction était un four pour cuire les aliments ou la poterie, car l'aire intérieure, composée d'une terre mélangée de grès et de calcaire, était absolument cuite sur une épaisseur de 15^{cm}, présentait de nombreuses bulles, comme une brique chargée de matières organiques, et contenait encore des traces de cendres; les parois de calcaire et de grès présentaient de nombreuses traces d'éclatement par le feu. Près de cette ouverture, un gros tas d'escargots (*Helix pomatia*).

» Un peu plus loin venait une série de cabanes analogues à la première et des mêmes dimensions, avec des foyers semblables. Elles étaient au nombre de sept et étaient suivies de deux autres plus grandes ($3^m \times 3^m,75$) et sans foyer, lesquelles étaient suivies de trois autres cabanes semblables aux premières, mais dont l'axe général s'inclinait au nord-ouest. La longueur totale est d'environ 114^m.

» Toute la maçonnerie était faite de blocs de grès ou de calcaire non calibrés, dont les plus gros avaient jusqu'à $1^m,18 \times 0^m,94 \times 0^m,51$, tandis que d'autres avaient à peine la grosseur du poing. Comme ciment, de l'argile.

» Au fond des cabanes ou au milieu d'un gros tas de cendres précédant les trois cabanes de l'ouest, il a été recueilli quelques haches en silex, des pointes, des grattoirs, des percuteurs.

(¹) Voir *Comptes rendus;* 1889 et 1891.

» L'industrie la plus caractéristique est l'industrie du grès. Une demi-douzaine de haches en grès, polies ou préparées pour le polissage, d'innombrables éclats ou déchets éclatés par percussion ou par le feu, et surtout de gros instruments de grès ayant de $0^m,20$ à $0^m,40$, en forme de haches ou de massues grossières, dont l'un des bords présente une surface plane, et dont le talon a été aminci pour être pris facilement à la main.

» Tous ces instruments, au milieu desquels aucun objet de métal n'a été trouvé (sauf une hache en bronze trouvée à la surface), datent nettement ce village et le font remonter à la période néolithique.

» La position de cette station est assez anormale. *Tout au fond de la vallée,* il est appuyé au nord à un épaulement naturel du sol qui le protège des vents ([1]). »

M. **Garcia de la Cruz** adresse, de Barcelone, une Note relative aux densités des mélanges de liquides et de solides pulvérulents.

M. **R. Nèple** adresse une Note relative à un bolide observé à Kossoupa, près Cana (Dahomey), le 10 novembre 1892, vers 9^h du soir.

La séance est levée à 3 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 mars 1893.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux, et Jules Tannery. Deuxième série, t. XVII, février 1893. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 fasc. in-8°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministre de l'Agri-

([1]) Il se trouve à 100^m du polissoir néolithique de la Roche-au-Diable et près de plusieurs autres polissoirs dont j'ai déjà eu l'honneur d'entretenir l'Académie.

culture, par M. Dehérain, Membre de l'Institut. Tome XXI, n° 3. Paris, G. Masson, 1893; 1 fasc. in-8°.

Cours de Chimie organique, par M. Oechsner de Coninck, Docteur ès Sciences, Lauréat de l'Académie des Sciences, etc., troisième fascicule. Paris, G. Masson, 1893; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Schützenberger.)

Journal du Ciel, couronné par l'Académie des Sciences : Bulletin de la Société d'Astronomie. Notions populaires d'Astronomie pratique. Astronomie pour tous. 1892. Directeur : M. Joseph Vinot; 1 vol. in-4°.

Flore de La Roche-Guyon (Seine-et-Oise), par Émile Rousse. 1re Partie : Excursions botaniques, etc. Paris, L. Maretheux, 1893; 1 vol. in-16. (Présenté par M. Chatin.)

Société philomathique de Paris, fondée en 1788. Extrait du Compte rendu de la séance du 11 mars 1893, n° 10. Paris, 1893; 1 br. in-8°.

Notice biographique sur Georges Dufand, élève de la première promotion de l'École Polytechnique, Ingénieur constructeur des Mines de Fourchambault (1777-1852). Nevers, Mazeron frères, 1893; 1 vol. in-8°.

Sulla distribuzione del potenziale nell'aria rarefatta percorsa dalla corrente elettrica. Memoria del prof. Augusto Righi. Bologna, Gamberini e Parmeggiani, 1893; 1 br. in-4°.

Archives des Sciences biologiques publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg. Tome I, n° 5. Saint-Pétersbourg, 1892; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 avril 1893.

Cours de Minéralogie professé à la Faculté des Sciences de Paris, par Charles Friedel, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences, Conservateur de la collection minéralogique à l'École nationale supérieure des Mines. *Minéralogie générale.* Paris, G. Masson, 1893; 1 vol. in-8°.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Sixième série. Tome XXVIII, avril 1893. Paris, G. Masson, 1893; 1 fasc. in-8°.

F.-C. MAILLOT. *Son œuvre. Leçon faite à l'École d'application de Médecine et de Pharmacie militaires du Val-de-Grâce,* par M. le professeur DU CAZAL. (Extrait du *Bulletin médical de l'Algérie.*) Alger, Remordet et Cie; br. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Bulletin de la Société philomathique de Paris, fondée en 1788. Huitième série, t. V, n° 1, 1892-1893. Paris, 1893.

Précis sur les rouleaux typographiques, par THÉOPHILE GERVAIS, imprimeur-éditeur. Nîmes, Gervais-Bedot, 1893; 1 vol. in-4°.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, publié sous les auspices du Conseil général. Année 1892 (20e année). Montpellier, typographie et lithographie Charles Boehm, 1892; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Fennia. Bulletin de la Société de Géographie de Finlande. Helsingfors, 1892; 2 vol. in-8°.

Tableau des longueurs du pendule aux différentes stations de l'Empire russe et de l'étranger, observées par des savants russes. Saint-Pétersbourg, 1893.

Contributions to canadian palæontology. Volume I, by J.-F. WHITEAVES, F. G. S., F. R. S. C., etc., palæontologist and zoologist to the Survey. Part. IV, 6 : *The fossils of the Devonian Rocks of the island, shores or immediate vicinity of lakes Manitoba and Winnipegosis.* Ottawa, 1892; 1 vol. in-8°.

Meteorological observations at stations of the second order for the year 1888, published by direction of the meteorological Council. London, 1892.

ERRATA.

(Séance du 20 février 1893.)

Note de M. *Folie,* Sur les termes du second ordre provenant de la combinaison de l'aberration et de la réfraction :

Page 359, lignes 6 et 7, *au lieu de* combinaison de la nutation et de la réfraction, *lisez* combinaison de l'aberration et de la réfraction.

(Séance du 20 mars 1893.)

Note de M. *E. Bouty,* Sur les capacités initiales de polarisation :

Page 629, formule (1), *au lieu de* C, *lisez* $\frac{1}{C}$.

Même page, ligne 3 en remontant, *au lieu de* avec une valeur croissante de K, *lisez* avec une valeur constante de K.

(Séance du 27 mars 1893.)

Note de M. *Lecoq de Boisbaudran,* Recherches sur le samarium :

Page 676, lignes 17-18, *au lieu de* paraît donc entraîner la production...., *lisez* paraît donc entraver la production....

Note de M. *A. Delebecque,* Sur les lacs des Sept-Laux (Isère) et de la Girotte (Savoie) :

Page 700, ligne 8 en remontant, *au-dessous de* Lac Blanc : 11^m, *ajoutez* Lac de la Motte : $22^m,20$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 AVRIL 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. le Vice-Amiral *Pâris*, décédé à Paris le samedi 8 avril, s'exprime comme il suit :

« C'est avec une profonde tristesse que je viens annoncer à l'Académie la mort de notre Confrère l'Amiral Pâris.

» L'émotion si forte que j'éprouve est certainement partagée par tous nos Confrères : l'Amiral Pâris, par son infatigable dévouement au devoir, par l'exquise bonté du cœur, par cette admirable activité qui s'est prolongée jusqu'au dernier moment de son existence, a su inspirer un respect affectueux, je dirai même une véritable vénération à tous ceux qui l'ont connu.

» Ce n'est pas le moment d'exposer, même en quelques paroles, les

faits les plus importants de cette vie si bien remplie et de rappeler les grands services que l'Amiral a rendus au pays.

» Pour témoigner nos vifs et unanimes regrets, je prie l'Académie de vouloir bien lever la séance en signe de deuil, immédiatement après le dépouillement de la Correspondance. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Alphonse de Candolle*, son Associé étranger, décédé à Genève, le 4 avril, dans sa 87e année.

M. **Duchartre** ajoute :

« Encore sous le coup de la perte récente de Sir Owen, l'Académie a aujourd'hui à déplorer la mort d'un autre de ses éminents Associés étrangers. M. Alphonse de Candolle vient de mourir à Genève, qu'il habitait depuis longtemps, bien qu'il fût né à Paris, en 1806, et où il avait, à une date déjà éloignée, professé la Botanique pendant une vingtaine d'années. Ce savant était unanimement regardé par les botanistes comme le représentant le plus illustre de la science moderne des plantes, aux progrès de laquelle il avait puissamment contribué. Fils d'un homme dont le nom vivra toujours à côté de ceux de Linné, des Jussieu, de Robert Brown, il a égalé la gloire de son père et, dans le cours de sa longue et laborieuse existence, il a doté la Science d'un nombre considérable d'Ouvrages de la plus haute valeur, qui se rapportent à diverses branches de la Botanique. En effet, la partie descriptive de cette science lui doit, non seulement l'histoire monographique de nombreuses familles de plantes, mais encore un Ouvrage magistral sur la Phytographie ou l'art de décrire les végétaux considérés sous différents points de vue; à la Géographie botanique, il a donné un Traité en deux forts volumes, qui en est devenu comme le code et dans lequel une profonde érudition s'allie à une remarquable largeur de vues; il a posé, pour la nomenclature botanique, des lois qui ont été adoptées par un Congrès spécial de botanistes; il a écrit, à la suite d'expériences et d'observations, des travaux d'un réel intérêt dans le champ de la Physiologie, notamment sur la germination des graines sous l'influence de diverses températures; il n'a même pas négligé les applications de la Science à la culture, et il a publié un excellent Ouvrage sur l'origine des plantes cultivées; enfin, se plaçant à un point de vue élevé, il a fait pa-

raître une Histoire de la Science et des Savants depuis deux siècles, œuvre importante dans laquelle il a montré une parfaite compétence et un esprit sainement philosophique.

» M. Alphonse de Candolle avait été élu Associé étranger de l'Académie le 15 juin 1874, en remplacement d'Agassiz. »

A ces paroles, M. **Bornet** ajoute la Communication suivante :

« L'Académie vient de perdre un de ses Associés étrangers, M. Alphonse-Louis-Pierre-Pyramus de Candolle, digne héritier d'un nom illustre. Né à Paris le 18 octobre 1806, il est mort à Genève le 4 avril dernier. Après avoir commencé ses études au lycée de Montpellier en 1813, il les poursuivit et les termina à Genève en prenant le grade de docteur en droit. Son père lui fit suivre les études publiques avec toutes leurs lenteurs, en ne l'entretenant d'Histoire naturelle que le moins possible, dans la pensée qu'il faut réserver pour la fin la Science à laquelle on désire qu'un jeune homme se voue, et ne la lui laisser entreprendre que lorsqu'il a déjà exercé sa mémoire et son intelligence sur d'autres objets. M. Alph. de Candolle, en rapportant cette opinion, avouait ne pas savoir s'il devait à cette méthode d'être devenu botaniste, ou si l'exemple, l'intérêt des cours de son père, la facilité de lui demander conseil, l'usage des livres et des collections botaniques, n'ont pas été les causes principales de la direction de ses travaux.

» Une *Monographie des Campanulacées*, qui parut en 1830, fut son premier Ouvrage. L'année suivante il était nommé professeur à l'Académie de Genève, où il enseigna pendant près de vingt ans. Dans cette Monographie, et surtout dans l'*Introduction à l'étude de la Botanique*, en date de 1835, on trouve les premières manifestations de l'intérêt tout spécial que l'auteur portait aux questions de géographie botanique. Il en poursuivit la solution jusqu'à la publication de son traité de *Géographie botanique raisonnée* qui eut lieu en 1855. Le succès de ce livre, qui a été complet et n'est pas épuisé, s'explique par la méthode et la clarté avec lesquelles les faits sont exposés et discutés, par le soin égal apporté à tous les détails, par le choix judicieux des exemples les plus propres à mettre en évidence des résultats certains ou vraisemblables. La préparation d'un tel livre a exigé des études préliminaires très nombreuses et très diverses; la méthode suivie est complètement analytique; les phénomènes les moins compliqués, qui dépendent des causes de notre époque, susceptibles d'un examen direct,

sont les premiers exposés, puis on passe successivement aux phénomènes qui dépendent de plus en plus de causes obscures, nombreuses et anciennes. Ces causes primitives et antérieures à nous sont encore prépondérantes : la distribution géographique actuelle des végétaux est une conséquence de leur distribution antérieure.

» L'origine des espèces cultivées constitue un des Chapitres de la *Géographie botanique raisonnée* les plus remarquables, et par la lumière qu'il jette sur les commencements de la civilisation, et par la combinaison, insolite dans les Sciences d'observation, de méthodes botaniques, historiques et linguistiques, que l'auteur a dû employer pour reconnaître cette origine. En 1883, M. A. de Candolle reprit cette question et en fit un livre entier, tout nouveau, dans lequel il détermine l'origine de presque toutes les espèces, tantôt d'une manière certaine, tantôt avec un degré de probabilité satisfaisant.

» Sous le nom de *Systema,* continué bientôt sous le titre de *Prodromus systematis naturalis vegetabilium,* Augustin-Pyramus de Candolle entreprit, en 1818, de publier une revision totale du règne végétal selon les principes de la méthode naturelle. Très rapidement le Prodrome devint le régulateur de la botanique descriptive. Sept volumes avaient paru lorsque M. A. de Candolle dut remplacer son père dans la direction de cette œuvre immense, utile, toute de dévouement à la Science, dans laquelle il a mis quelques articles approuvés par les hommes spéciaux, et qui a surtout eu l'avantage de maintenir les vrais principes traditionnels de classification et de nomenclature dont on est trop disposé à s'écarter. Il la conduisit jusqu'au dix-septième volume, à la fin des Dicotylédones.

» Cette publication valut à son auteur une notoriété qui le fit choisir comme Président des deux Congrès internationaux de botanistes à Londres et à Paris, en 1866 et 1867. Dans la seconde de ces réunions, il fit passer un recueil des *Lois de la nomenclature botanique,* recueil motivé et coordonné qu'il avait préparé avec soin. Ce code diffère de ce qu'on avait fait en ce genre en ce que, les principes étant énoncés d'abord, les conséquences en découlent irrésistiblement et ne paraissent plus des lois arbitraires.

» Jusque dans ces dernières années, M. A. de Candolle n'a pas cessé de travailler et de publier. Consulté souvent, même par des auteurs qui n'étaient pas des commençants, sur beaucoup de points relatifs aux descriptions et à la nomenclature, il lui parut que des réponses publiées et faites avec ensemble vaudraient mieux que des lettres inédites sur des cas isolés.

De là l'origine du Volume intitulé *La Phytographie* ou l'art de décrire les végétaux considérés sous différents points de vue, qui contient une foule de conseils utiles et des renseignements d'autant plus précieux que les Ouvrages sur les groupes naturels sont destinés à tout absorber et tout résumer, et que c'est la catégorie d'Ouvrages les plus nécessaires aux autres.

» En dehors de ces travaux spéciaux, on doit à M. A. de Candolle un Volume de mélanges, réunis sous le titre d'*Histoire des Sciences et des Savants depuis deux siècles*. L'auteur s'y propose de scruter l'importance du principe darwinien de la sélection, et il le fait avec une liberté d'esprit et une indépendance scientifique absolues. Il se sert, à cet effet, d'une méthode qui n'avait pas encore été employée. Elle consiste à chercher ce que les principaux corps savants de l'Europe ont pensé des hommes qui se sont distingués depuis deux siècles; et ce n'est pas difficile, vu l'organisation même des Sociétés savantes et des Académies. Cette méthode a l'avantage de limiter les recherches à des hommes qui ont contribué spécialement et notablement à l'avancement des Sciences. Elle a fourni à l'auteur l'occasion de présenter une foule de remarques intéressantes et l'a conduit à conclure que l'histoire des savants ne paraît pas aussi favorable à l'hérédité des facultés intellectuelles que d'autres observateurs l'avaient annoncé. On rencontre des exemples d'une hérédité remarquable des facultés élémentaires de l'homme, mais nul indice d'une hérédité spéciale des facultés pour telle ou telle Science, parmi celles qui ne reposent pas sur le calcul.

» Ces travaux, qui ont placé M. A. de Candolle à un rang aussi éminent parmi les botanistes, lui ont valu la plus haute distinction dont l'Académie dispose; le 15 juin 1874, elle le nommait Associé étranger à la place de son compatriote Agassiz. Ce lui fut une grande joie qui le détermina à continuer, avec le concours de son fils, M. Casimir de Candolle, sous forme de Monographies se succédant sans ordre, le Prodrome achevé l'année précédente. Le premier Volume s'ouvre par la famille des Smilacées dont il est l'auteur.

» Ajoutons que sa maison est devenue un musée botanique, un dépôt des Archives de la Science depuis plus de quatre-vingts ans, où des documents précieux sont mis libéralement à la disposition des travailleurs; que l'homme lui-même était d'une nature élevée, d'une sûreté de relations qui appelait et fixait les amitiés, que ses connaissances générales étaient aussi variées qu'étendues et son urbanité parfaite. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur l'extinction des torrents et le reboisement des montagnes.* Note de M. **P. Demontzey**.

« La Note de M. Chambrelent (séance du 6 mars dernier), tout en faisant ressortir l'intérêt, capital pour le pays, que présente la question de l'extinction des torrents et du reboisement des montagnes, et l'unanimité des opinions sur l'urgence d'une rapide solution, donne à penser que, depuis dix ans, l'on serait resté stationnaire, devant l'œuvre à peine ébauchée, alors qu'on aurait pu la parachever *en dix ou quinze années au plus si l'on avait donné suite à toutes les études si consciencieusement faites par la Commission mixte nommée en* 1883 par M. de Mahy, tout en dépensant une somme inférieure à 200 millions. Mêlé depuis plus de trente ans à cette grande entreprise nationale à laquelle l'Académie n'a cessé de témoigner le plus vif intérêt, je crois devoir dissiper certains doutes, en lui présentant la situation actuelle de l'œuvre entamée sous ses auspices, et le résultat des efforts tentés pendant ces dix dernières années.

» Dès 1883, l'Administration des Forêts, exclusivement chargée, par la loi du 4 avril 1882, de la restauration des montagnes, a procédé à l'application des diverses mesures édictées, et notamment à la reconnaissance générale des terrains dégradés où les travaux devaient être déclarés d'utilité publique; cette étude a porté sur 1158 communes, d'une superficie totale de 3221000^{ha}, et a fait ressortir une étendue de 320000^{ha} appelée à être restaurée pour cause d'utilité publique. Le programme, établi par bassins de rivières torrentielles, comprend 110 grands périmètres, dont 58 pour les Alpes, 29 pour les Cévennes et 23 pour les Pyrénées.

» On compte aujourd'hui 67 périmètres établis, dont 41 en exécution et 26 soumis aux enquêtes ou au Parlement, d'une superficie de 170000^{ha}; les autres projets seront prêts à bref délai.

» Ces vastes études ont été faites par les seuls forestiers, sans le secours de documents de la Commission mixte qui, n'ayant siégé qu'une fois, le 6 juin 1883, a pu difficilement préparer les données d'un projet d'ensemble que le service du reboisement a mis deux ans à établir.

» En ce qui concerne les travaux et la durée qu'ils comportent, la question est complexe et sa solution dépend de nombreux facteurs qui s'imposent, même aux plus impatients.

» L'application de la loi, en vue de la déclaration d'utilité publique, à

elle seule entraîne de longs délais; une expérience récente l'a bien démontré. D'importants projets de périmètres ont exigé huit années pour être votés par le Parlement, soit plus de la moitié du délai maximum accordé par M. Chambrelent, alors qu'une seule année avait suffi préalablement pour la rédaction et l'enquête de ces projets. Première cause de retard.

» Le vote une fois acquis, il faut procéder à l'acquisition des terrains, souvent par voie d'expropriation. Autre cause de retard.

» Il convient ensuite de ménager les transitions vis-à-vis des populations pastorales, aux points de vue économique, administratif, ou politique. Troisième cause d'arrêt.

» Ce n'est qu'après ces retards inévitables qu'il devient possible d'entreprendre les travaux. Ici l'expérience d'un quart de siècle fournit toutes les données utiles et je pourrais citer de nombreux exemples de torrents redoutables, absolument domptés dans un assez court délai. Si l'on n'avait que les travaux de *correction* (barrages, drainages, etc.) à opérer, on pourrait, à la rigueur, adopter une période moyenne de dix à douze années; mais, pour perpétuer l'effet provisoire des travaux de *correction* et arriver à l'*extinction* du torrent, il faut créer, dans son bassin, la forêt absente, et ce n'est pas en dix ans qu'on peut y arriver; il faut au moins vingt ans, surtout aux grandes altitudes, et sur des versants instables qu'on a dû consolider préalablement.

» Si l'on ajoute à ces considérations l'impossibilité d'obtenir rapidement le vote du Parlement, la nécessité de ne pas opérer brutalement l'expropriation simultanée de plus de 200 000^{ha} de terrains et l'obligation au contraire d'échelonner cette vaste opération sur une période d'une dizaine d'années au moins, on arrive à trouver que la durée de quarante ans pour l'entier achèvement de l'œuvre n'a rien d'exagéré. Elle présente, en outre, l'avantage d'être sûre et économique, en permettant au *temps* de seconder les efforts faits pour aider la nature à reconstituer ce qu'elle avait si bien établi, et en empêchant bien des travaux qu'une trop grande précipitation aurait fait exécuter inutilement.

» Les inconvénients de cette durée peuvent être singulièrement atténués en attaquant d'abord les torrents les plus redoutables, dont l'extinction exigera le plus long espace de temps. C'est ainsi que l'on a opéré dans les Alpes sur bon nombre de torrents dont l'extinction a exigé une durée moyenne de vingt ans pour les travaux. Les ingénieurs ont pu, grâce aux résultats obtenus par les forestiers et reconnus par le Conseil

général des Ponts et Chaussées, établir des routes définitives sur les cônes de déjection et des ponts sur les *ruisseaux* substitués aux *torrents*. Dans les Pyrénées, la sécurité a été rendue à la station thermale de Cauterets, par des travaux hautement appréciés par de nombreux ingénieurs. Dans les trois régions montagneuses, plus de 12 000^{ha} de forêts ont été ajoutés aux reboisements antérieurs. Tous ces travaux ont été visités par une série de forestiers et d'ingénieurs étrangers, qui ont publié avec éloge les premiers résultats de cette œuvre essentiellement française.

» Quant aux torrents cités par M. Chambrelent, j'ajouterai que :

» Le torrent de Vaudaine est complètement éteint aujourd'hui. Les ingénieurs ont toute faculté d'établir définitivement la route et le pont sur son cône. Les ravins de la rive droite de l'Isère, en amont de Grenoble, sont en voie d'extinction, par le fait des travaux forestiers.

» Dans la Savoie, les torrents les plus menaçants pour la route nationale et le chemin de fer du Rhône au Mont-Cenis sont, ou éteints, ou en voie de correction imminente, ainsi qu'ont pu le constater, en 1891, le directeur et les ingénieurs de Paris-Lyon-Méditerranée.

» Tous ces travaux ont été exécutés sur les seules ressources budgétaires de l'Administration des Forêts, qui n'a reçu aucun contingent de la part des Travaux publics ou d'ailleurs.

» Quant à la Garonne, son bassin supérieur est en Espagne et ne présente dans la partie française que 1600^{ha} de terrains dégradés. On en trouve 8400^{ha} dans le bassin de l'Ariège, soit 10 000^{ha} dont la restauration coûtera de 5 à 6 millions, au lieu des 100 millions invoqués.

» Enfin, à la séance du 8 août 1892, j'ai suffisamment démontré que la catastrophe de Saint-Gervais ne pouvait être prévue, et qu'aucune défense n'aurait pu l'atténuer dans la partie inférieure du Bionnassay, qui n'était qu'un simple ruisseau très régulier, bordé de prairies et de superbes forêts.

» Il serait difficile de prouver que les travaux restant à exécuter entraîneront une dépense inférieure à 200 millions. Ce chiffre a été établi d'après les données expérimentales actuelles, en admettant la durée de 40 ans. Il ne pourrait qu'être augmenté par une durée plus courte, car souvent les premiers travaux fournissent des appoints importants aux travaux ultérieurs, surtout en éléments ligneux, pour piquets, clayonnages, etc., qu'il faudrait acheter et transporter à grands frais, alors qu'avec un peu plus de patience on les obtient sur place et gratuitement. Il en serait de même des travaux de maçonnerie étagés, qu'il faudrait doter de plus pro-

fondes fondations et multiplier davantage si l'on n'avait la patience d'attendre les effets utiles des premiers ouvrages établis.

» Les considérations qui précèdent s'appliquent aux travaux d'utilité publique prescrits par la loi et restreints à une surface de 320000^{ha} environ.

» Il ne s'agit ici que de l'extinction des torrents, du combat contre l'affouillement, par divers moyens provisoires qui ont pour but final le reboisement intégral des bassins de réception et des berges du lit définitif du ruisseau succédant au torrent.

» Telle est la part de l'État dans la grande œuvre entreprise; la loi ne lui a pas imparti l'obligation de reboiser les versants simplement dénudés, qui occuperaient, croit-on, une étendue de $900\,000^{ha}$ environ. Elle a laissé aux propriétaires intéressés le soin de conserver et d'améliorer leurs terrains, par la création de la forêt constituant une vraie mise en valeur, tout en les admettant à de larges subventions de l'État. C'est par l'initiative des particuliers et des communes, admis à se constituer en syndicats, que doit être opéré, sur les terrains dénudés mais non encore dégradés, le reboisement qui fournira, au point de vue de la défense contre les inondations, le complément indispensable des grands travaux entrepris par l'État pour cause d'utilité publique. Il reste à désirer que le temps soit proche où cette initiative, réunissant dans un esprit de solidarité tous les intéressés d'un même bassin sujet aux inondations, fera naître de sérieux efforts individuels ou collectifs, que l'État, qui ne peut tout faire, secondera par des subventions amplement justifiées. C'est à ce prix seul qu'on pourra terminer rapidement la lutte contre les inondations qui désolent périodiquement les vallées du midi de la France. »

CORRESPONDANCE.

Sir **Henry E. Roscoe**, nommé Correspondant pour la Section de Chimie, adresse ses remercîments à l'Académie.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la déperdition de l'électricité à la lumière diffuse et à l'obscurité.* Note de M. **Édouard Branly.**

« Mes expériences antérieures sur la déperdition de l'électricité, publiées en partie dans les *Comptes rendus*, m'ayant conduit à penser que la

conductibilité des gaz et, en particulier, de l'air atmosphérique, dépend moins de leur nature propre que des surfaces conductrices entre lesquelles ils sont interposés, j'ai cherché de nouvelles preuves.

» Parmi de nombreux essais, dont l'interprétation est encore incertaine, je vais appeler l'attention sur deux faits précis qui me paraissent spécialement intéressants.

» Les observations ont été faites avec un électroscope à feuille d'or, dont le manchon isolant est vissé dans une platine de machine pneumatique. Sur cette platine, on place à volonté des cloches de verre ou des boîtes conductrices. La feuille d'or est enfermée dans une cage entièrement métallique. Pour la construction de mes électroscopes, l'isolant auquel je me suis arrêté est le soufre en canons, substance dont le travail est aisé et qui joint, à des qualités isolantes exceptionnelles, l'avantage de se conserver inaltérée sans exiger aucune précaution contre les influences atmosphériques.

» Pour la charge constante des appareils de mesure, j'emploie des piles à deux liquides (platine, sulfate de protoxyde de mercure; zinc, sulfate de zinc) que j'ai décrites ailleurs ([1]). Les éléments sont répartis en groupes de 25, la plupart des groupes sont en service depuis plusieurs années.

» *Déperdition négative par l'aluminium à la lumière diffuse.* — Un disque d'aluminium, de 15^{cm} de diamètre, est posé sur le bouton de l'électroscope, dans une salle bien éclairée et chargé avec le pôle négatif d'une pile de 300 éléments. Un disque d'un beau poli, s'il a été poli depuis plusieurs jours, se comporte comme un métal quelconque, poli ou non. Il accuse une déperdition spéciale, sensiblement égale pour les deux électricités, très lente et indépendante de la lumière; mais, si le disque d'aluminium a été vivement et fraîchement poli (poli au tour avec du papier d'émeri fin et une goutte d'essence de térébenthine), la chute de la feuille d'or devient rapide, même à la lumière diffuse. La déviation totale de la feuille d'or étant de 80 divisions au micromètre du microscope viseur, la chute peut atteindre la moitié de l'écart en 30 secondes, c'est-à-dire 40 et même 45 divisions sur 80. La décharge de l'électroscope est bientôt complète. La lumière active est ici la lumière qui a traversé les vitres de la salle d'expériences. Une cage de verre et même une cage de verre jaune orangé posée sur la platine peut recouvrir le disque sans que la décharge cesse

([1]) *Lumière électrique*, 16 mai 1891.

d'avoir lieu, elle n'est que ralentie. Il résulte de là que les rayons très réfrangibles ne sont pas les seuls rayons actifs. La déperdition décroît à mesure qu'on s'éloigne du moment où le poli a été effectué.

» Voici quelques nombres se rapportant à deux essais consécutifs; la chute de la feuille d'or observée immédiatement après la charge est exprimée en divisions du micromètre (déviation totale 80).

Disque d'aluminium fraîchement poli.	Chute en 60 secondes.
Sous la cage en verre jaune	4
A l'air libre	25
Sous la cage en verre jaune	3
A l'air libre	21
A l'air libre (après 35 minutes)	9

» Le même disque est ensuite repoli à neuf, avec le même soin que précédemment; sa sensibilité augmente; en général, elle croît jusqu'à une certaine limite, à partir de laquelle de nouveaux polis n'ajoutent rien.

	Chute en 30 secondes.
Disque à l'air libre	27
Sous le verre jaune	3
A l'air libre (après 35 minutes sous le verre jaune)	8

» Si l'on recouvre le disque d'un treillage métallique à mailles serrées, on observe encore une déperdition très nette due à la lumière qui a traversé les mailles.

» Du zinc, parfaitement poli, a donné à la lumière diffuse une déperdition qui a atteint 15 divisions du micromètre en trente secondes (l'aluminium dépassant 45).

» Le disque d'aluminium fraîchement poli, exposé à la lumière bleue du ciel, par une fenêtre ouverte, à l'abri des rayons solaires directs, laissa perdre toute la charge de l'électroscope en sept secondes; au disque de zinc il fallut vingt secondes et soixante-quinze à un disque de cadmium. La décharge était évidemment plus rapide, sous l'action directe des rayons solaires. Elle a lieu aussi par la lumière des nuages.

» Lorsque, devant la boule d'un électroscope chargé *positivement,* on place un disque d'aluminium relié au sol, fraîchement póli et éclairé par la lumière du jour, l'électroscope se décharge rapidement. Le cuivre rouge, l'étain, le laiton donnaient des pertes insignifiantes.

» *Déperdition des deux électricités par le bismuth à l'obscurité.* — Comme

je l'ai déjà indiqué plus haut, les métaux, polis ou non, présentent, dans l'obscurité, à l'air libre, une petite déperdition indépendante de la lumière, accusée, avec l'électroscope précédent, par une chute de 1 à 2 divisions en dix ou quinze minutes. Si l'on recouvre les disques d'une boîte métallique, la déperdition est presque nulle dans le même intervalle de temps. Le bismuth seul fait exception. Recouvert d'une boîte métallique, un disque de bismuth de 15^{cm} de diamètre, chargé positivement ou négativement, indiquait une perte qui était constamment de 12 divisions du micromètre en dix minutes, dans l'air sec ou dans l'air humide, quels que fussent l'âge et le degré du poli. Le bismuth est le seul métal avec lequel j'ai constaté cette notable déperdition dans l'obscurité. Je dois ajouter que sur 5 disques de bismuth dont je dispose actuellement, 2 seulement offrent ce phénomène. Toutefois, quelles que soient les recherches à faire pour connaître la cause de cette particularité, l'existence d'une influence spéciale de la nature de la surface sur la déperdition de l'électricité, même dans l'obscurité, est démontrée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Machines dynamo-électriques à excitation composée.* Note de M. **Paul Hoho**, présentée par M. Lippmann.

« Étant donnée une machine dynamo-électrique, il est possible de déterminer, par le calcul ou par l'expérimentation, la quantité de spires-ampères devant exciter son champ magnétique, pour qu'elle produise *à une vitesse donnée* une force électromotrice *donnée*. En déterminant ces spires-ampères *pour plusieurs vitesses,* on pourra donc exprimer par une formule mathématique, ou graphiquement par une courbe, *la loi* suivant laquelle l'excitation magnétique doit varier, *en fonction de la vitesse,* pour faire engendrer par la dynamo une force électromotrice qui reste *constante* lorsque la vitesse varie ou qui *varie suivant une loi quelconque donnée*. La dynamo doit évidemment être telle que l'excitation maxima à opérer ne sature pas son champ magnétique.

» Soit $\alpha, \beta, \ldots, \lambda$, diverses *vitesses* arbitraires, et $(NI)_\alpha, (NI)_\beta, \ldots, (NI)_\lambda$, les *spires-ampères d'excitation* respectivement nécessaires pour que la dynamo crée, à chacune de ces vitesses, une force électromotrice *donnée,* par exemple une force électromotrice déterminée et constante.

» Les inducteurs de la dynamo sont enroulés de m circuits d'excitation, dont soient : les résistances respectivement : $r_1, r_2, \ldots, r_m$; les nombres de spires étant $n_1, n_2, \ldots, n_m$.

» Ces m circuits sont alimentés par m sources d'électricité données quelconques, dont soient les forces électromotrices respectivement :

A la vitesse α	$(e_1)_\alpha$,	$(e_2)_\alpha$,	...,	$(e_m)_\alpha$
» β	$(e_1)_\beta$,	$(e_2)_\beta$,	...,	$(e_m)_\beta$
»	.....	....	....	.....
» λ	$(e_1)_\lambda$,	$(e_2)_\lambda$,	...,	$(e_m)_\lambda$

» Afin d'obtenir sur les inducteurs les excitations magnétiques désirées, il faut satisfaire aux équations suivantes :

$$(\mathrm{NI})_\alpha = \frac{n_1}{r_1}(e_1)_\alpha + \frac{n_2}{r_2}(e_2)_\alpha + \dots + \frac{n_m}{r_m}(e_m)_\alpha,$$

$$(\mathrm{NI})_\beta = \frac{n_1}{r_1}(e_1)_\beta + \frac{n_2}{r_2}(e_2)_\beta + \dots + \frac{n_m}{r_m}(e_m)_\beta,$$

$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots,$$

$$(\mathrm{NI})_\lambda = \frac{n_1}{r_1}(e_1)_\lambda + \frac{n_2}{r_2}(e_2)_\lambda + \dots + \frac{n_m}{r_m}(e_m)_\lambda.$$

» Dans ces équations, les inconnues sont les rapports

$$\frac{n_1}{r_1}, \frac{n_2}{r_2}, \dots, \frac{n_m}{r_m} = \frac{\text{nombre de spires}}{\text{résistance}}$$

des circuits d'excitation.

» On observe qu'il est possible d'établir ainsi m équations, c'est-à-dire de satisfaire à m conditions au moyen des m circuits excitateurs prévus, pourvu que les différentes équations établies soient distinctes. Il en résulte que, si l'on excite une dynamo au moyen de deux ou de plusieurs circuits, alimentés par des sources d'électricité *quelconques*, on peut réaliser sur cette dynamo les excitations *désirées* pour *autant de vitesses arbitraires* qu'il y a de courants d'excitation; il faut seulement que ces courants, qui peuvent provenir de *sources quelconques*, varient suivant des *fonctions différentes de la vitesse*. Comme conséquence, les circuits d'excitation peuvent donc être calculés de telle façon que la dynamo crée *une force électromotrice donnée pour chacune des vitesses données;* elle pourra, par exemple, créer une *force électromotrice qui reste constante et indépendante de ces vitesses*.

» En résumé, le résultat acquis *en principe* est le suivant : Si l'on construit la courbe qui exprime comment doit varier l'excitation magnétique à opérer sur les inducteurs d'une machine dynamo-électrique en fonction de la vitesse, afin que la force électromotrice conserve une valeur *constante*

ou soit variable suivant une loi *donnée*, il est possible de réaliser une excitation telle que, exprimée aussi par une courbe, celle-ci coupe la première *en autant de points qu'on le désire*. Entre ces points d'intersection, les deux courbes sont très voisines.

» Cette propriété, que nous avons mise en évidence, des machines dynamo-électriques à excitation composée, donne la solution directe à une question pratique de haute importance, celle de *produire des courants électriques qui ne subissent pas l'influence des variations de vitesse*, entre certaines limites, lorsque les dynamos sont actionnées par des môteurs de vitesse irrégulière. On se bornera à cet effet à une excitation *double*, produite au moyen de deux circuits excitateurs distincts, qui sont alimentés soit par deux petites dynamos excitatrices, soit par la machine elle-même et une petite dynamo excitatrice, soit par toutes autres sources d'électricité.

» Les expériences que nous avons faites à ce sujet ont complètement ratifié les conclusions ci-dessus émises, et nous construisons actuellement des dynamos aménagées de la sorte pour l'industrie. »

OPTIQUE. — *Sur la dispersion anomale*. Note de M. **Salvator Bloch**, présentée par M. Lippmann.

« Une difficulté, signalée dès les premiers travaux sur la dispersion anomale, c'est que la dispersion normale du dissolvant masque les anomalies dues au colorant. Pour accentuer ces anomalies, j'emploie, au lieu de dissolutions liquides, de véritables *dissolutions solides*, constituées par des pellicules de collodion coloré. Ces lamelles peuvent être obtenues homogènes et d'une épaisseur uniforme, sur une surface de 3^{cm} à 4^{cm} carrés, ce qui est suffisant pour la plupart des mesures optiques.

» La dispersion est mesurée avec le réfractomètre Jamin : la pellicule déposée sur glace est coupée de manière que la moitié de l'un des faisceaux la traverse, l'autre faisceau frappant une portion complètement dénudée de la glace. Le réfractomètre est réglé de manière à donner des franges verticales, localisées sans fente entre les parallélépipèdes en une région où l'on place la pellicule, de sorte qu'en projetant sur la fente d'un spectroscope, la pellicule est au point en même temps que les franges; on a ainsi, dans le spectre, deux systèmes de franges superposés, séparés par une ligne très nette. Dans ces conditions, le fait d'une disper-

sion anomale saute aux yeux : avec la fuchsine, l'écart entre les deux systèmes de franges croît du rouge à l'orangé, puis décroît, est minimum vers la raie F, pour croître de nouveau rapidement dans le violet.

» Si δ est le déplacement d'une frange en passant d'un système à l'autre, l la largeur d'une frange en une région du spectre de longueur d'onde λ, ε l'épaisseur de la pellicule, n son indice, on peut, quand les franges sont assez serrées, écrire

$$\varepsilon(n-1)=\frac{\delta}{l}\lambda;$$

δ et l sont mesurés avec un micromètre oculaire.

» Voici, comme exemple, des résultats obtenus avec une pellicule moyennement teintée dont l'épaisseur est de $550^{\mu\mu}$:

n.	λ.
1,52	702
1,56	668
1,62	620
1,60	585
1,53	563
1,46	518
1,37	480

» L'indice croît ensuite, les mesures sont incertaines dans la région violette, mais comme les deux systèmes de franges se raccordent vers la raie H, l'indice doit avoir là une valeur d'environ 1,7.

» Avec les solutions alcooliques de fuchsine, les anomalies de dispersion portent sur la troisième décimale de l'indice, elles atteignent, ici, la première et cette exagération du phénomène se comprend si l'on remarque que j'opère sur des solutions incomparablement plus concentrées. Pour préparer une de ces pellicules, je verse sur une glace une couche liquide de l'ordre du millimètre, par l'évaporation elle se réduit à une épaisseur plus de mille fois moindre et la concentration s'exagère dans la même proportion.

» Malgré cette énorme concentration, à cause de la minceur de la couche traversée, les franges restent nettes dans toute l'étendue du spectre; les mesures peuvent se faire même sur les bandes d'absorption.

» La méthode de mesure que j'ai employée ne donne de résultats exacts que si le déplacement des franges est dû uniquement à la différence d'indice entre l'air et la pellicule colorée, c'est-à-dire s'il ne se produit pas de changement de phase à l'entrée et à la sortie. On est fixé sur ce point par

les résultats des mesures d'épaisseur faites par une méthode que j'ai indiquée dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXI). Quand les pellicules ne sont pas chargées de colorant au point de présenter l'aspect métallique, on obtient pour l'épaisseur la même valeur quelle que soit la radiation utilisée dans la mesure, que ce soit le rouge, couleur pour laquelle la fuchsine se comporte comme un corps vitreux ou le vert qu'elle absorbe énergiquement. Il n'y a donc pas sous l'incidence normale de changement de phase par réflexion, il ne doit pas y avoir non plus de changement de phase par réfraction.

» Ce résultat est en accord avec ceux indiqués dans une Note récente par M. Brillouin (*Comptes rendus*, t. CXV).

» Avec des pellicules métalliques, on ne peut envisager pour mesurer l'indice que les franges du rouge et du violet, l'indice au voisinage de G est alors très petit; quelle que soit l'épaisseur de la pellicule les franges paraissent se raccorder dans cette région du spectre. »

PHYSIQUE. — *Conditions générales que doivent remplir les instruments enregistreurs ou indicateurs; problème de la synchronisation intégrale.* Note de M. A. **Blondel**, présentée par M. Cornu.

« Tous les appareils dont il s'agit comprennent essentiellement un organe mobile (aiguille, crayon, membrane, miroir), susceptible d'un déplacement rectiligne ou circulaire, et soumis aux actions simultanées : 1° d'une force F proportionnelle à la quantité physique à mesurer; 2° d'une force antagoniste $C\theta$, sensiblement proportionnelle à l'écart θ; 3° de l'inertie K de la partie mobile, et 4° d'une force d'amortissement $A\frac{d\theta}{dt}$, que je suppose proportionnelle à la vitesse.

» Le desideratum est que le mouvement périodique de la partie mobile suive une loi aussi voisine que possible de celle du phénomène observé, de façon qu'à chaque instant θ diffère aussi peu que possible de la valeur $\frac{F}{C}$ qu'il aurait sans les effets parasites. Ce problème de *synchronisation intégrale* est, comme on le voit, tout à fait analogue à celui de la *synchronisation simple*, que M. Cornu a traité d'une façon si lumineuse [1], et qui me servira de point de départ.

---

[1] *Comptes rendus*, 31 mai 1887.

» Je désignerai par $\Theta = 2\pi\sqrt{\frac{K}{C}}$ la période d'oscillation propre de l'instrument non amorti, et par $\alpha = \frac{A}{\sqrt{2KC}}$ le degré d'amortissement (d'après la définition de M. Curie).

» L'équation différentielle du mouvement

$$K\frac{d^2\theta}{dt^2} + A\frac{d\theta}{dt} + C\theta = F \tag{1}$$

admet une intégrale particulière correspondant au second membre F, que je désignerai provisoirement par $\theta_1 = \frac{\Phi}{C}$.

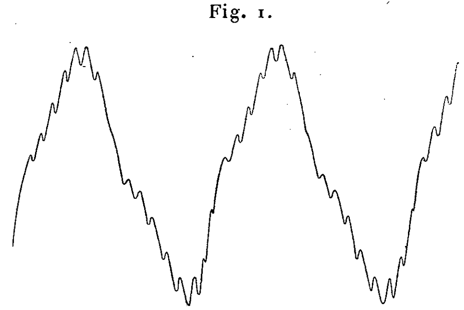
» L'intégrale complète s'obtient en ajoutant à cette solution l'intégrale générale comprenant les termes exponentiels connus.

» Ceux-ci tendent vers zéro quand t croît indéfiniment, pourvu que l'amortissement ne soit pas nul : M. Cornu en a déduit la condition nécessaire et suffisante pour la synchronisation simple : $A > 0$.

» La synchronisation intégrale exige des conditions plus étroites.

» 1° Les phénomènes enregistrés présentent toujours des petits à coups inévitables ou des discontinuités. Dans les deux cas, si l'on intègre à partir du moment d'un de ces effets perturbateurs, on voit aisément que les conditions initiales n'annulent pas les termes de l'intégrale générale, comme cela a lieu en tout point où le phénomène est continu. Il en résulte, si le degré d'amortissement α est petit, des rides festonnant presque sans interruption les courbes, comme le montre par exemple celle de la *fig.* 1, relevée à l'aide d'un oscillographe (¹) amorti par l'air seul (²).

Fig. 1.



(Réduction au quart de la vraie grandeur.)

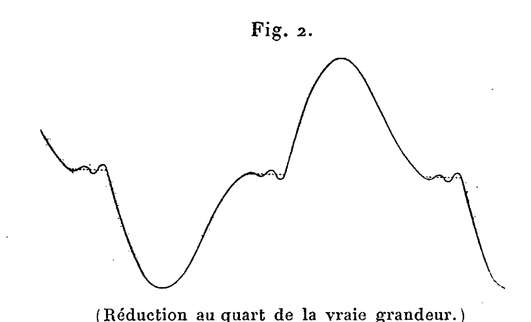
Courbe relevée à l'aide d'un indicateur (oscillographe) très peu amorti.
Intensité du courant dans un arc électrique alterné ordinaire.

(¹) *Comptes rendus*, 6 mars 1893, p. 502.

(²) On constate facilement le phénomène des rides avec l'oscillographe avant

Si l'on donne à α une valeur plus grande mais inférieure à l'unité, les rides s'éteignent rapidement; mais chaque discontinuité de la fonction étudiée fait réapparaître quelques oscillations, comme le montre la *fig.* 2. Le meilleur degré d'amortissement dans ce dernier cas, c'est-à-dire dans la plu-

Fig. 2.



(Réduction au quart de la vraie grandeur.)

Courbe relevée à l'aide d'un indicateur (oscillographe), amorti à un degré un peu inférieur à la valeur critique. Intensité du courant dans un arc alterné sifflant au collage. Le trait pointillé indique la courbe vraie.

part des applications pratiques (en particulier pour les indicateurs de machine à vapeur, les oscillographes et les membranes de téléphone) est donc l'apériodicité critique $\alpha = 1$; car c'est cette valeur qui rend le plus rapidement négligeables les termes exponentiels.

» 2° Supposons ceux-ci élimininés; il faut encore que la solution particulière $\theta_1 = \frac{\Phi}{c}$ diffère le moins possible de $\frac{F}{C}$, c'est-à-dire que A et K soient le plus petits possible.

» Supposons F périodique et développable par la série de Fourier [1], par exemple :

$$(2) \qquad F = B_0 + B_1 \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \beta\right) + \ldots + B_n \sin 2\pi\left(\frac{nt}{T} - \beta_n\right) + \ldots.$$

» On obtient comme terme général de rang n, dans la série Φ correspondante, en

---

d'avoir obtenu la courbe photographique, en regardant la bande lumineuse projetée par le miroir de l'instrument sur la fente du tambour tournant; cette bande est alors non plus continue mais cannelée.

» [1] Il est à remarquer qu'un phénomène discontinu, tel que celui de la *fig.* 2 (tracé pointillé), peut bien être représenté analytiquement par une série de Fourier, mais que celle-ci ne peut donner explicitement la solution physique du problème; en effet, la solution particulière correspondante Θ_1 ne fournit aucune indication sur la réapparition périodique des termes exponentiels.

désignant le rapport $\frac{\Theta}{T}$ par λ,

$$(3)\qquad \Phi_n = \frac{B_n \sin\left[2\pi\left(\frac{nt}{T} - \beta_n\right) - \text{arc tang}\left(\frac{2n\lambda\alpha}{1 - n^2\lambda^2}\right)\right]}{\sqrt{(1 - n^2\lambda^2)^2 + (2n\lambda\alpha)^2}}.$$

» On voit par cette expression que : 1° Les retards de phase subis par les divers harmoniques vont en croissant depuis la valeur $\frac{2\alpha}{1-\lambda^2}$, pour $n = 1$, jusqu'à $\frac{T}{2}$, pour $n = \infty$, en passant par la valeur $\frac{T}{4}$, pour $n = \frac{1}{\lambda}$; et ils sont d'autant plus grands que α est plus fort; l'amortissement doit donc être aussi faible que possible, eu égard aux autres conditions du problème.

» 2° Les harmoniques supérieurs $\left(n > \frac{1}{\lambda}\right)$ sont affaiblis dans une proportion croissante avec n, tandis que les premiers $\left(n < \frac{1}{\lambda}\right)$ subissent un renforcement variable, maximum pour $n = \frac{\sqrt{1 - 2\alpha^2}}{\lambda}$ et d'autant plus fort que α est plus petit (si $\alpha = 0$ l'instrument devient un résonateur parfait pour $n = \frac{1}{\lambda}$).

» Il est nécessaire pour éviter les phénomènes de résonance qu'il y ait un amortissement ($\alpha > 0$); de plus, pour qu'aucun harmonique supérieur au premier ne soit renforcé, il faut et il suffit que λ soit > 1, ou que α soit $> \frac{\sqrt{1-\lambda^2}}{2}$.

» Si l'on substitue dans l'expression de Φ_n cette valeur α, on voit que les déformations subies par l'harmonique de rang n ne dépendent plus que du produit $n\lambda$ (au moins à partir d'un certain rang). Il en est de même si l'on choisit la valeur $\alpha = 1$ indiquée plus haut.

» On devra donc faire $n\lambda$ aussi faible que possible, c'est-à-dire λ d'autant plus petit que F contient des harmoniques d'ordres supérieurs plus importants.

» Si, au contraire, on suppose λ très grand, la formule (3) montre qu'un indicateur ayant une grande inertie relative réduit sensiblement un phénomène périodique à son premier harmonique (surtout dans le cas des phénomènes alternatifs où il n'y a pas d'harmoniques pairs), avec un retard de phase d'autant plus voisin de $\frac{T}{2}$ que α est plus petit.

» *En résumé*, le *degré d'amortissement*, tout en restant aussi faible que possible, ne doit pas descendre en général (sauf le cas d'une fonction simplement harmonique) au-dessous des valeurs $\frac{\sqrt{1-\lambda^2}}{2}$, dans le cas théorique d'un phénomène rigoureusement continu; ou 1 dans le cas contraire, c'est-à-dire dans la pratique ordinaire.

» *La période d'oscillation propre* de l'instrument peut être quelconque dans l'hypothèse d'une fonction simplement harmonique; dans tous les autres cas, elle doit être d'autant plus petite par rapport à celle du phénomène enregistré que les harmoniques élevés sont plus importants.

» J'indiquerai ultérieurement comment on peut prévoir le degré d'approximation réalisable et corriger les résultats obtenus.

» Les remarques précédentes contiennent sommairement toute la théorie des indicateurs de Watt, des oscillographes, de la membrane du téléphone, et de plusieurs problèmes relatifs aux courants électriques alternatifs. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la volatilité du manganèse.* Note de M. **S. Jordan**, présentée par M. Troost.

« En présentant à l'Académie, le 3 juin 1878, des fontes de manganèse à faibles teneurs de fer, j'avais fait connaître que le manganèse est volatil à la température des fourneaux métallurgiques. Depuis cette époque, déjà ancienne, j'ai pu m'apercevoir que ce fait, assez surprenant, était encore, malgré mes observations à l'appui, l'objet de certains doutes. C'est pourquoi je me permets de signaler des recherches absolument confirmatives, récemment faites à Goettingue par MM. Richard Lorenz et Fr. Heusler.

» Ces savants avaient pour but primitif de vérifier si le manganèse se combinait ou non à l'oxyde de carbone comme le nickel et le fer, et dans l'affirmative si ce n'était pas l'explication des faits présentés par moi. Ils ont d'abord constaté, comme M. Guntz, qu'aux températures relativement basses l'oxyde de carbone ne se combine pas au manganèse métallique.

» Se servant ensuite d'un fourneau à gaz imaginé par l'un d'eux, M. Lorenz, et opérant dans un tube de porcelaine, à la température blanche, sur du manganèse métallique placé dans une nacelle en biscuit, ils ont constaté :

» 1° Que, dans un courant d'acide carbonique, il y avait réduction d'une partie de ce gaz par le métal, en même temps que transport par volatilisation et sublimation d'une partie du métal lui-même;

» 2° Que, dans un courant d'oxyde de carbone, il y avait encore volatilisation puis sublimation d'une partie du métal, en même temps que la flamme allumée à l'extrémité du tube donnait au spectroscope l'indication de la présence du manganèse;

» 3° Que, dans un courant d'hydrogène sec, les mêmes phénomènes se reproduisaient identiquement;

» 4° Que, dans un courant d'azote sec, le phénomène de transport par volatilisation et sublimation se reproduisait pareillement, sans que le manganèse parût se combiner avec l'azote comme le fait le chrome.

» MM. Lorenz et Heusler concluent qu'il n'y a pas d'action de l'oxyde de carbone sur le manganèse, et que celui-ci se volatilise, comme métal, à une température de peu supérieure à son point de fusion. Leur travail, fort intéressant pour les métallurgistes, est publié dans la *Zeitschrift für anorganische Chemie*, t. III, 1893. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Détermination des poids atomiques par la méthode limite*. Note de M. **G. Hinrichs**.

« La détermination idéale du poids atomique d'un élément consisterait en une pesée directe, sur une balance minuscule, avec des atomes d'hydrogène comme poids. On doit chercher à s'approcher de plus en plus de ces conditions idéales, les erreurs de toute sorte allant en croissant avec le (carré du) poids de la matière employée. L'homogénéité chimique et physique de la matière, dans les conditions de l'expérience, devrait être absolue; le temps laissé aux transformations chimiques devrait être nul.

» Pendant le dernier demi-siècle, les chimistes sont entrés, avec Stas, dans une voie directement opposée; on a dû être conduit ainsi à une série d'erreurs. Mes études critiques, continuées pendant plusieurs années, m'ont conduit au principe général suivant :

» Pour obtenir le poids atomique véritable, il faut faire une série de déterminations expérimentales avec des quantités de matière graduellement croissantes, depuis des valeurs très petites jusqu'à un maximum aisément maniable avec précision; le poids atomique véritable sera, non pas la moyenne de toutes les déterminations, mais la *valeur limite* correspondant à des poids de matière tendant vers zéro, et à la condition qu'on ait opéré sur la matière la plus pure, et qu'on l'ait soumise aux opérations chimiques les plus simples, les plus rapides, les plus directes et les plus complètes.

» Il serait aisé de donner une démonstration générale de ce principe; mais je préfère en montrer la valeur pratique, dans le cas de la détermination du poids atomique de l'hydrogène (en posant $O = 16$). Vu le grand

nombre de recherches récentes et leurs résultats discordants, cet exemple devra être concluant.

» La Chimie doit à Dumas ([1]) une série d'expériences à peu près conformes aux conditions énoncées; seulement elles n'ont pas été continuées jusqu'à des quantités très petites. Entre 15^{gr} et 90^{gr} d'eau, Dumas a fait une vingtaine de déterminations; il eût fallu en faire autant au-dessous du poids inférieur. Toutefois, la série des résultats, telle qu'elle est, suffira pour montrer la fausseté de la méthode des moyennes et l'efficacité de la méthode limite, pour la détermination du poids atomique véritable.

» Cette série admirable n'a pas encore été réduite directement; on a toujours introduit des calculs étrangers aux expériences ([2]). L'opération berzélienne était simplement la pesée, par perte, de l'oxygène employé y, et la pesée directe de l'eau produite x. Il faudra donc prendre la détermination directe x comme variable indépendante, et le poids d'oxygène y comme variable dépendante. De plus, Dumas a reconnu l'existence d'une cause d'erreur tendant à diminuer le dernier poids; soit η ce manque d'oxygène, comprenant aussi toute autre erreur résiduelle.

» D'après les méthodes exposées dans les Notes précédentes, nous adoptons les poids atomiques communs, savoir : $H = 1$, $O = 16$, d'où $H^2O = 18$, pour les calculs préliminaires.

» La valeur théorique y' du poids total et le manque η d'oxygène seront donc

$$y' = \frac{8}{9}x, \qquad \eta = y' - y.$$

» J'ai représenté graphiquement les résultats, en prenant pour l'échelle des η le centuple de celle des x. La figure ci-jointe est une réduction au tiers de ce graphique.

» On voit d'abord immédiatement que le dessèchement à l'acide sulfurique a été aussi efficace que celui à l'acide phosphorique.

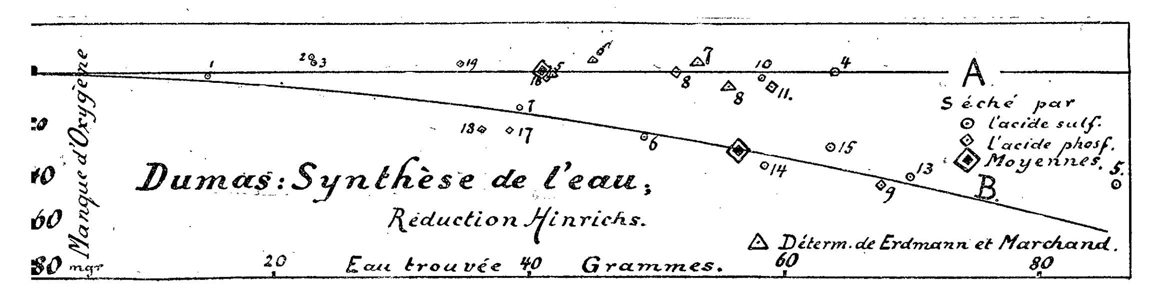
» En second lieu, on voit, pour la première fois, que la série classique des expériences de Dumas ne constitue point une série unique, mais qu'elle se partage nettement en deux séries essentiellement distinctes, représentées, l'une par la droite A, et l'autre par la courbe parabolique B. Cha-

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, t. VIII, p. 189-207; 1843.

([2]) Comme il n'y a point de détermination par pesée de l'hydrogène, cet élément ne doit point entrer dans le calcul. Le résultat final pour l'oxygène une fois trouvé, on pourra calculer la valeur correspondante pour l'hydrogène.

cune de ces séries comprend le même nombre d'expériences (neuf); elles sont évidemment de même valeur. Soumettons donc ces résultats, d'une part, à la méthode usuelle; d'autre part, à notre méthode limite.



» Méthode des moyennes.—Les neuf déterminations de la série A ont fourni $370^{gr},01$ d'eau avec un manque d'oxygène de — 2^{mgr}. La moyenne est $41^{gr},11$ d'eau avec un manque d'oxygène de — $0^{mgr},22$ (excès). Donc $O = 16,0001$ au lieu de 16,0000.

» Les neuf déterminations de la série B ont de même fourni $508^{gr},26$ d'eau avec un manque total de 286^{mgr}, variant de 14^{mgr} à 45^{mgr} dans les expériences. La moyenne est $56^{gr},47$ d'eau avec un manque de $31^{mgr},78$ d'oxygène, ce qui donne $O = 15,990$ au lieu de 16,0000.

» En combinant les deux séries, on aura donc $878^{gr},27$ d'eau et 284^{mgr} manque d'oxygène, d'où $O = 15,9942$ au lieu de 16,0000.

» D'après la méthode des moyennes, on aurait donc $O = 15,99$ au lieu de 16,00, ce qui donnerait $H = 1,005$. Mais on voit que l'application de cette méthode est tout à fait irrationnelle. Il n'y a point de moyenne pour des valeurs distribuées sur la courbe B; les moyennes varieraient avec le choix arbitraire de la partie de courbe prise. Une telle moyenne n'aurait pas de sens et serait donc sans valeur scientifique.

» Méthode limite : *Série A*. — Les points déterminés étant distribués sur une droite donnent une valeur indépendante de la quantité de matière employée, ou bien H est exactement l'unité, si l'on prend $O = 16$. Les expériences n°s 1, 2, 3, 4, 8, 10, 11, 16 et 19 paraissent donc avoir été conduites avec toutes les précautions nécessaires.

» *Série B*. — Les points 5, 6, 7, 9, 13, 14, 15, 17, 18 tombent très près de la courbe parabolique

$$y = k - x^2,$$

dans laquelle (en grammes) $k = 0,000\,000\,01$, c'est-à-dire le cent millionième de l'unité. Pour la moyenne, cette formule donne $31^{mgr},92$ pour le manque d'oxygène, au lieu de $31^{mgr},78$ observé.

» Cette continuité de la courbe des déviations démontre l'existence d'une faible cause d'erreur dans le sens trouvé par Dumas lui-même. La

limite, pour $x = 0$, serait $y = 0$. Donc, cette série B, par la méthode limite, donne exactement le même résultat que la série A. On a donc rigoureusement $H = 1$ pour $O = 16$.

» Pour chaque atome de la matière unique et primitive contenu dans 1 atome d'hydrogène, les atomes d'oxygène en contiennent donc 16 exactement. »

CHIMIE. — *Sur le cuivre nitré*. Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

« Dans une Communication antérieure ([1]), nous avons annoncé que divers métaux, récemment obtenus par la réduction des oxydes au moyen de l'hydrogène, peuvent fixer à froid beaucoup de peroxyde d'azote. On obtient ainsi des composés spéciaux, que nous avons désignés sous le nom de *métaux nitrés* et que nous avons déjà décrits pour le cuivre et le cobalt. Nous compléterons aujourd'hui, en plusieurs points, l'histoire du cuivre nitré.

» *Formation*. — On réduit l'oxyde cuivrique, soit par l'hydrogène, soit *par l'oxyde de carbone* ([2]). Sur le métal ainsi préparé, on dirige à froid (de 25° à 30°) les vapeurs de peroxyde d'azote. La matière brunit, en donnant un dégagement de chaleur appréciable, qui sert d'indicateur de la réaction. On a déjà insisté précédemment sur les précautions à prendre pour éliminer les traces d'humidité qui altéreraient le composé.

» Comme nous l'avons déjà dit, le cuivre nitré, stable à froid dans l'air sec, est détruit par la chaleur, surtout au-dessus de 90°, avec dégagement de peroxyde d'azote, mêlé d'un peu d'oxyde azotique, et même d'azote si l'élévation de température est rapide. Il réagit violemment sur l'eau, en dégageant de l'oxyde azotique pur, et donnant une dissolution d'azotate et d'azotite de cuivre, avec un résidu de cuivre à peu près pur.

» *Composition*. — Nous avons été conduits à assigner au cuivre nitré la formule Cu^2AzO^2, qui correspond à la fixation sur le cuivre métallique d'environ 1000 fois son volume de peroxyde d'azote à 30°.

» On a dosé séparément le cuivre, l'azote et l'oxygène. La proportion de cuivre

([1]) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 237; 1892.

([2]) L'emploi de l'oxyde de carbone comme réducteur montre que la présence de petites doses d'hydrogène condensées sur la mousse métallique n'est pas utile pour la production du composé.

résulte de l'augmentation de poids du cuivre pendant la fixation du peroxyde d'azote : elle a été déterminée un grand nombre de fois, en faisant varier beaucoup les conditions de température et de pression propre du peroxyde d'azote, qui était appliqué seul ou dilué dans l'azote sec. Cette proportion a toujours été comprise entre 72,6 et 75,8, termes extrêmes, la moyenne étant voisine de 74 pour 100.

» L'azote et l'oxygène ont été évalués comme il suit. Dans un long tube de verre, se trouvent disposés d'abord le cuivre nitré à analyser, ensuite une longue colonne de cuivre qui a préalablement été, dans le tube même, soigneusement réduit par l'hydrogène. Un courant d'acide carbonique absolument pur traverse le tube et se rend sous une éprouvette remplie de potasse caustique qui l'absorbe totalement. Le cuivre étant porté au rouge, on chauffe doucement le cuivre nitré, qui dégage tous ses gaz nitrés. L'*azote* seul et tout entier se rend dans l'éprouvette, et l'on peut ainsi faire la mesure directe de son volume.

» Quant à l'*oxygène*, il se trouve en partie retenu sur le résidu chauffé, en partie fixé sur la colonne de cuivre : on le dose aisément, en chauffant le tube dans l'hydrogène sec et recueillant, dans des appareils desséchants tarés, l'eau ainsi formée. On a ainsi obtenu, pour un échantillon :

	Trouvé.	Calculé pour Cu^2AzO^2.
Cuivre	72,7	73,4
Azote	7,3	8,1
Oxygène	19,1	18,5
Total	99,1	100,0

» Il y a donc un défaut d'azote, et, au contraire, un excès d'oxygène et de cuivre. Nous avons pu nous rendre compte que cette perturbation est due à une légère oxydation de la matière, qu'il est impossible d'éviter pendant la préparation, où l'on constate toujours la production corrélative d'un peu d'oxyde azotique. Cette oxydation est d'autant plus importante que la température est plus haute, et, par conséquent, que l'échauffement dû à la fixation du peroxyde est plus marqué.

» *Propriétés chimiques.* — L'action de la chaleur et celle de l'eau ont déjà été décrites dans notre précédente Note.

» L'*hydrogène* n'agit pas à froid; mais si, dans un courant rapide de ce gaz, on élève rapidement la température vers 180°, on observe une production abondante de nitrite d'ammoniaque, et surtout d'ammoniaque libre.

» L'*oxyde de carbone* n'agit pas à froid. Chauffé progressivement, le cuivre nitré y dégage son peroxyde d'azote, et laisse finalement un résidu de cuivre réduit.

» L'*anhydride sulfureux* n'exerce pas d'action spéciale sur le composé et agit seulement sur les produits de sa destruction par la chaleur. Il donne avec le peroxyde d'azote dégagé le composé volatil connu, qui se dépose en cristaux sur les parois froides du tube. Il reste un résidu de cuivre partiellement oxydé, contenant un peu de sulfate cuivrique anhydre.

» Le *chlore* ne se comporte guère autrement que sur le cuivre réduit : la matière chauffée dégage du peroxyde d'azote, et brûle vers 200° en laisant un mélange fondu de chlorures cuivreux et cuivrique.

» Le *gaz ammoniac* sec agit immédiatement à froid : on aperçoit d'abord des fumées blanches d'azotite et azotate, et de la vapeur d'eau; puis soudain, la masse devient incandescente, en donnant beaucoup d'eau et des sels ammoniacaux : il reste un résidu de cuivre mêlé d'oxyde ammoniacal, mais ne contenant pas d'azoture.

» L'*hydrogène sulfuré* réagit dès la température ordinaire, avec dégagement de chaleur : il y a formation d'eau et de soufre, et il demeure finalement du sulfure cuivreux bleu vif.

» L'examen de ces diverses réactions nous montre que tout se passe comme si, le peroxyde d'azote, se trouvant seulement juxtaposé au cuivre, chacun agissait pour son propre compte. Le cuivre nitré pourra donc, dans un grand nombre de cas, être substitué au peroxyde d'azote, dans les réactions de ce dernier corps, dont l'activité pourra être ainsi utilisée d'une façon plus régulière.

» Nous poursuivons l'étude des composés analogues que nous ont fournis le cobalt, le nickel, et qui paraissent exister aussi pour le fer, le manganèse, et quelques autres métaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'isomérie des acides amido-benzoïques.* Note de M. **Oechsner de Coninck**.

« I. J'ai poursuivi l'étude comparée des trois acides amido-benzoïques, en déterminant quelques coefficients de solubilité dans des dissolvants neutres, tels que l'éther et l'alcool purs.

» Voici les résultats :

» 1° *Éther pur.*

Acides		
ortho.	*méta.*	*para.*
$t = +6°,8$	$t = +5°,5$	$t = +5°,8$
$\alpha =$ 1gr,6050	0gr,1810	0gr,8210
$t = +2°,7$	$t = +2°,7$	$t = +2°,7$
$\alpha =$ 1gr,0840	0gr,1700	0gr,6414

» 2° *Alcool pur à 90 degrés.*

Acides		
ortho.	*méta.*	*para.*
$t = +3°$	$t = +3°$	$t = +3°$
$\alpha =$ 0gr,8130	0gr,1790	0gr,8400
$t = +9°,6$	$t = +9°,6$	$t = +9°,6$
$\alpha =$ 1gr,0700	0gr,220	0gr,1300

» II. En raison de l'importance de l'acide métamido-benzoïque, j'ai déterminé son coefficient de solubilité (α) dans un plus grand nombre de dissolvants neutres et purs. J'ai employé l'alcool éthylique aqueux et absolu, l'alcool méthylique, l'acétone, l'iodure de méthyle, l'iodure d'éthyle, le chloroforme, le bromoforme, l'essence de térébenthine, l'eau distillée à différentes températures.

» 3° *Alcool éthylique étendu* ($C^2H^5.OH$: 1 p.; H^2O : 3 p.).

Températures observées.	(α)
	gr
+ 14°,9	0,0726
+ 15,3	0,0728
+ 16,6	0,0730
+ 16,8	0,0734

» *Alcool ethylique à 95 degrés.* — Deux déterminations ont été effectuées :

$$t = +12°,5, \quad \alpha = 0^{gr},2920 \quad \text{(moyenne)}.$$

» 4° *Alcool méthylique pur.* — Deux déterminations ont été faites :

$$t = +10°,5, \quad \alpha = 0^{gr},4046 \quad \text{(moyenne)}.$$

» 5° *Acétone* (*régénérée du bisulfite*) :

$$t = +11°,3, \quad \alpha = 0^{gr},6215.$$

» 6° *Iodure de méthyle* (*incolore*) :

$$t = +10°, \quad \alpha = 0^{gr},0040.$$

» 7° *Iodure d'éthyle* (*incolore*) :

$$t = 0°, \quad \alpha = 0^{gr},0016.$$

» 8° *Chloroforme pur* :

$$t = +12°, \quad \alpha = 0^{gr},0070.$$

» 9° *Bromoforme pur* :

$t = +8°$, traces dissoutes [1].

» 10° *Essence de térébenthine* (*rectifiée*) :

$t = +10°$, traces dissoutes.

» 11° *Eau distillée :* Dans ma dernière Note (séance du 13 mars 1893), j'ai indiqué les coefficients de solubilité dans l'eau pure, pour les températures comprises entre +13° et +15°.

---

(1) L'évaporation doit se faire à basse température et dans l'obscurité; autrement, il y a dégagement de brome et attaque immédiate de l'acide organique.

» Voici les premiers résultats des déterminations faites à des températures plus basses et plus élevées :

Températures observées.	(α).	Températures observées.	(α).
°	gr	°	gr
0,0	0,0430	+38,0	0,1010
+ 1,3	0,0442	+41,0	0,1122
+17,1	0,0588	+41,7	0,1128
+17,4	0,0589	+46,5	0,1377
+17,5	0,0589	+47,4	0,1390
+20,0	0,0686	+48,1	0,1396
+23,0	0,0794	+49,2	0,1416
+23,7	0,0798	+51,0	0,1455
+28,0	0,0820	+54,0	0,1580
+28,6	0,0826	+61,6	0,2290
+33,0	0,0843	+62,3	0,2309
+33,5	0,0845	+65,0	0,2636
+33,6	0,0845	+67,0	0,2870

» On voit, une fois de plus, pour les solubilités dans l'éther et surtout dans l'alcool, que les isomères amidobenzoïques *se ressemblent deux à deux.*

» En ce qui concerne l'acide métamido-benzoïque, on remarquera sa facile dissolution dans l'alcool méthylique, dans l'acétone, et son insolubilité presque absolue dans les dérivés alcooliques ainsi que dans les carbures aromatiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éther phtalocyanacétique.* Note de M. **P.-Th. Muller**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente ([1]) concernant l'action du chlorure de phtalyle sur l'éther cyanacétique sodé, nous avons décrit l'éther phtalocyanacétique comme une poudre blanche fondant *vers* 175°. Une étude plus complète de ce corps nous a montré que ce point de fusion incertain est celui d'un mélange de deux produits isomériques qui répondent tous deux à la formule de l'éther phtalocyanacétique

$$C^6H^4.C^2O^2 : C\langle{}^{CAz}_{CO^2C^2H^5},$$

et qui fondent, l'un à 140°-141°, l'autre à 190°-192°. On a pu les séparer

([1]) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1139.

par des cristallisations fractionnées dans le benzène et le chloroforme chaud, qui dissolvent plus facilement le produit le plus fusible.

» A part le point de fusion et la différence de solubilité, assez faible d'ailleurs, les deux isomères jouissent des mêmes propriétés; tous les réactifs agissent sur eux d'une façon identique et ne donnent, dans chaque cas, naissance qu'à un seul composé. Ces faits nous conduisent à envisager les deux produits comme des stéréoisomères, que nous pouvons formuler comme il suit :

$$\begin{array}{c} CAz-C-CO^2C^2H^5 \\ \| \\ C^6H^4 \langle \begin{array}{c} C \\ CO \end{array} \rangle O \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{c} CO^2C^2H^5-C-CAz \\ \| \\ C^6H^4 \langle \begin{array}{c} C \\ CO \end{array} \rangle O. \end{array}$$

» Nous choisissons les formules dissymétriques qui rendent seules compte de l'isomérie; on sait, du reste, que, dans tous les cas où l'on a pu démontrer d'une façon certaine la constitution des dérivés immédiats du chlorure de phtalyle, on a trouvé des produits dissymétriques.

» L'ammoniaque transforme à froid l'éther phtalocyanacétique en *phtalamide* symétrique fondant à 219° en dégageant du gaz ammoniac et se changeant en phtalimide. Si l'on n'emploie qu'une petite quantité d'ammoniaque, on obtient directement les aiguilles de la *phtalimide* symétrique, fondant nettement à 228°, après recristallisation dans l'eau bouillante.

» Bouilli avec de la phénylhydrazine en solution benzénique, l'éther phtalocyanacétique donne une *dihydrazone* fondant à 149° et répondant à la formule

$$\begin{array}{c} Az.AzH.C^6H^5 \\ \| \\ C^6H^4 \langle \begin{array}{c} C \\ C \end{array} \rangle C \langle \begin{array}{l} CAz \\ CO^2C^2H^5 \end{array} \\ \| \\ Az.AzH.C^6H^5 \end{array}$$

» Ce corps se précipite par refroidissement du benzène; pour le purifier, on le lave à l'éther et on le fait cristalliser deux fois dans l'alcool bouillant.

» Dans ces réactions, le phtalocyanacétate d'éthyle se comporte comme un produit symétrique; dans les suivantes, au contraire, il donne naissance à des dérivés dissymétriques.

» *Éther benzoylcyanacétique orthocarboxylé.* — L'éther phtalocyanacétique se dissout lentement, mais complètement, dans le carbonate de soude, à froid. La dissolution exige plusieurs semaines et dégage de l'acide carbonique. Quand elle est terminée, on traite par de l'acide sulfurique étendu; il se précipite un produit blanc qu'on fait recristalliser dans l'éther. Il fond à 121°-122° et répond à la formule

$$C^6H^4 \langle \begin{array}{l} CO.CH(CAz).CO^2C^2H^5 \\ COOH \end{array}.$$

» L'eau bouillante le décompose en acide phtalique et éther cyanacétique. C'est un acide bibasique que l'on peut titrer par la soude, en présence de phénolphtaléine. Nous avons préparé le sel diargentique, poudre blanche amorphe.

» Nous avons obtenu toute une série d'*éthers acides* du corps précédent en traitant directement et à froid l'éther phtalocyanacétique par les alcoolates de sodium en solution dans l'alcool absolu correspondant.

» Le phtalocyanacétate d'éthyle se dissout très vite et intégralement jusqu'au moment où, pour 1 atome de sodium, on a employé 1 molécule d'éther. On filtre alors, on chasse l'alcool par le vide; on dissout le sel sodique visqueux dans l'eau et l'on précipite par l'acide acétique. On fait cristalliser le précipité dans un mélange d'éther et de benzène ou d'alcool. Les nouveaux éthers se forment d'après l'équation

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix} C = C\left\langle\begin{matrix} CAz \\ CO^2C^2H^2 \end{matrix}\right. \\ | \\ O \\ | \\ CO \end{matrix}\right. + ROH = C^6H^4\left\langle\begin{matrix} CO.CH(CAz).CO^2C^2H^2 \\ COOR \end{matrix}\right. .$$

Ce sont des composés insolubles dans l'eau, solubles dans les dissolvants organiques habituels et constituant de véritables acides monobasiques que nous avons pu titrer par la soude, en prenant comme indicateur la phénolphtaléine. Leurs sels de soude donnent un précipité blanc avec l'azotate de plomb, blanc ou coloré en rose avec le nitrate d'argent, vert clair avec le sulfate de cuivre. Avec le perchlorure de fer on obtient un précipité rouge brun qui se dissout dans l'éther en lui communiquant une belle coloration rouge. Cette réaction, que donnent également les éthers cyanomalonique et benzoylcyanacétique de M. Haller, caractérise le groupement

$$CO.CH(CAz).CO^2C^2H^5.$$

» L'éther méthylé fond à 64°-65°; son sel d'argent est blanc.

» L'éther éthylé est visqueux; nous avons analysé son sel d'argent qui constitue une poudre rose.

» L'éther propylé fond à 69°-70°; son sel d'argent est rougeâtre.

» Nous avons également préparé l'éther benzylé en modifiant légèrement le mode opératoire général indiqué plus haut. Produit cristallin fondant à 74°.

» Nous avons rappelé, dans notre première Communication, que l'éther benzoylcyanacétique de M. Haller, bouilli avec un grand excès d'eau, se décompose en donnant la cyanacétophénone

$$C^6H^5.CO.CH(CAz).CO^2C^2H^5 + H^2O = C^6H^5.CO.CH^2CAz + CO^2 + C^2H^5.OH \text{ (1)}.$$

» Les éthers précédents nous ont fourni, dans les mêmes conditions, la *cyanacétophénone orthocarboxylée* qui est constituée par de petits cristaux

(1) *Comptes rendus,* t. CI, p. 1270; 1885.

fondant à 136°–138°.

$$C^6H^4\begin{cases}CO.CH(CAz).CO^2C^2H^5\\ COOR\end{cases} + 2H^2O$$
$$= C^6H^4\begin{cases}CO.CH^2CAz\\ COOH\end{cases} + CO^2 + C^2H^5.OH + ROH.$$

» Nous avons opéré sur l'éther méthylé et sur l'éther éthylé; pour isoler le nouveau produit il suffit de concentrer le liquide; il cristallise par refroidissement.

» Nous ajouterons que les réactions précédentes sont presque toutes quantitatives; l'éther phtalocyanacétique (un mélange des deux stéréoisomères) se comporte donc, suivant les cas, comme un corps symétrique ou comme un corps dissymétrique.

» Nous devons en conclure que certaines parties de cette molécule (qui est très probablement dissymétrique) jouissent d'une mobilité telle que, sous l'influence de divers agents, elles peuvent s'orienter pour donner immédiatement naissance à l'édifice moléculaire le plus stable, qui peut être tantôt un corps symétrique, tantôt un corps dissymétrique.

» Dans une prochaine Communication, nous espérons décrire la préparation et les propriétés de l'éther phtalodicyanacétique

$$C^6H^4\begin{cases}C\begin{cases}CH(CAz).CO^2C^2H^5\\ CH(CAz).CO^2C^2H^5,\end{cases}\\ \quad | \\ \quad O \\ \quad | \\ CO\end{cases}$$

corps acide que l'on obtient (en même temps que l'éther phtalocyanacétique) lorsque l'on traite, à froid, 4 molécules d'éther sodocyanacétique par 1 molécule de chlorure de phtalyle (¹). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De la transpiration dans la greffe herbacée.* Note de M. **Lucien Daniel** [2], présentée par M. Duchartre.

« Tous ceux qui ont greffé des plantes herbacées savent que le greffon se fane très rapidement après l'opération, sous l'influence de la transpi-

---

(¹) Travail fait à l'Institut chimique de la Faculté des Sciences de Nancy (laboratoire de M. Haller).

(²) Ce travail a été fait au laboratoire de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

ration; mais aucune observation scientifique du phénomène n'a été faite jusqu'ici. J'ai essayé de combler en partie cette lacune, en étudiant la transpiration, après la greffe en fente ordinaire :

» 1° Du Haricot, type des plantes à feuilles minces qui, après l'opération, se dessèchent et meurent rapidement à l'air libre. Dans ce cas, j'ai opéré sur des plantes entières; les Haricots, élevés dans de la mousse très humide, ont pu vivre un certain temps dans les flacons pleins d'eau où je les ai placés;

» 2° Du Chou, type des plantes à feuilles demi-grasses qui peuvent, une fois greffées, supporter une transpiration assez active sans périr. Les Choux, sectionnés près du collet, formaient tous bouture.

» J'ai pris dans les deux cas, avec toutes les précautions voulues, trois échantillons comparables : un témoin et deux plantes greffées, placées l'une à l'air libre, l'autre sous cloche. Pour cette dernière, j'ai eu soin d'aérer de temps à autre, afin d'éviter la pourriture, qui se produit vers le sixième jour à l'étouffée complète et à l'obscurité.

» Au bout de trois jours, le Haricot greffé, laissé à l'air libre, meurt desséché. Le témoin a transpiré environ trois fois plus que lui et six fois plus que le Haricot placé sous cloche. A partir de ce moment, je n'ai plus en expérience que le témoin et le Haricot sous cloche. Le septième jour de la greffe, les tissus de cicatrisation, d'origine cambiale, apparaissent dans le sujet d'abord, et, contrairement à ce qui se passe à l'air libre, *sur tout le pourtour de la coupe transversale du sujet*.

» Au bout de quatorze jours, la plante, placée dans l'eau ordinaire, a péri. Sa transpiration différait alors assez peu de celle du témoin. Ses feuilles avaient constamment gardé la position de sommeil; l'équilibre entre l'arrivée et la sortie de l'eau n'était donc pas encore entièrement rétabli.

» Avec le Chou, contrairement à ce qui se passe dans le Haricot, la greffe-bouture à l'air libre a transpiré un peu plus que la bouture-témoin ; mais elle s'est fanée beaucoup plus, sans toutefois périr. Les couches génératrices fonctionnent aussi beaucoup plus tard que dans le Haricot.

» En examinant au microscope les diverses plantes ainsi mises en expérience, j'ai trouvé que :

» 1° Les vaisseaux sectionnés dans l'opération restent éloignés les uns des autres, et, par suite, la sève brute ne peut passer du sujet dans le greffon qu'au travers des méristèmes formés d'abord par les parenchymes, et ensuite par les couches génératrices. Or, les premiers restent exclusivement cellulaires; dans les seconds, les vaisseaux nouveaux se différencient lentement, se contournent plus ou moins, et se développent en plus petit nombre que dans les tissus normaux correspondants. La continuité directe vasculaire entre le sujet et le greffon est donc moins parfaite que si la plante n'avait pas été greffée, et ce d'autant moins que l'opération est plus récente ;

» 2° J'ai constaté une grande quantité d'amidon dans le Chou témoin et le Chou greffé à l'air libre. Le Chou sous cloche ne contient pas d'amidon; mais cette sub-

stance apparaît dès qu'on élève suffisamment la transpiration du greffon, en le mettant à l'air libre.

» J'avais déjà constaté la présence de l'amidon dans diverses plantes greffées depuis plus longtemps, et chez lesquelles la reprise était complète (Haricot, Pois, etc.) (¹).

» Or, dans les plantes de même âge non greffées ou sectionnées, on n'observe pas d'amidon, ou, s'il y en a, il est en quantité beaucoup moindre. La production de cette substance est donc une conséquence de la greffe. En effet, la sève brute passant en quantité moindre au travers des tissus cicatriciels, la transpiration se fait en partie aux dépens des éléments du greffon. On peut d'ailleurs remarquer que ces éléments se déshydratent, puisqu'on y voit, par exemple, les sucres remplacés par de l'amidon.

» De ces relations entre l'arrivée et la sortie de l'eau dans le greffon, on peut tirer diverses conséquences :

» 1° *Au point de vue pratique :* dans la greffe herbacée, il faut, au début, éviter les deux termes extrêmes : la dessiccation et la pourriture. Si, comme on le fait souvent, en opérant à l'obscurité, ou en supprimant partiellement les feuilles, on réduit la transpiration, en même temps on entrave ou supprime l'assimilation chlorophyllienne; une basse température diminue la transpiration, mais empêche la cicatrisation; la suppression complète de la transpiration amène la pourriture, etc. Ces procédés doivent donc être employés avec discernement; on ne saurait traiter de la même façon le Haricot, le Chou et les plantes grasses, par exemple.

» 2° *Au point de vue théorique :* les tissus cicatriciels rendent plus difficile l'ascension des liquides du sujet dans le greffon, non seulement au début, mais encore après la reprise complète de la greffe. Il en est de même pour le passage de la sève élaborée du greffon dans le sujet. L'absorption de l'eau étant inférieure à la sortie, la sève élaborée est moins aqueuse, l'amidon se forme par déshydratation des sucres, le greffon reste de plus petite taille, etc.

» On peut ainsi s'expliquer la plupart des phénomènes d'influence réciproque du sujet et du greffon. »

(¹) L. Daniel, *Sur la greffe des plantes en germination* (*Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences,* Congrès de Pau, 21 septembre 1892).

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'exploration de la haute atmosphère. Expérience du* 21 *mars* 1893. Note de M. **Gustave Hermite.**

« Les expériences que j'avais l'honneur d'annoncer à l'Académie en terminant ma Communication du 21 novembre de l'an dernier ont eu lieu le 2 décembre; mais un accident étant survenu à notre ballon de papier, nous avons pris la résolution de construire un ballon en baudruche triple, vernie, et du cube de 113^{m}.

» Nous avons attendu, M. Besançon et moi, pendant plus d'un mois, les circonstances les plus favorables, et enfin nous avons exécuté l'ascension dans la journée du 21 mars, où le vent était assez faible et l'air d'une transparence remarquable.

» Le ballon devait être gonflé à l'hydrogène, mais un retard imprévu dans sa fabrication nous obligea à employer le gaz d'éclairage.

» Le ballon emportait des enregistreurs barométriques et thermométriques spéciaux, à mouvement d'horlogerie, et un distributeur de 600 cartes-questionnaires, fonctionnant par la combustion d'une mèche d'amadou. Le poids total du matériel enlevé était de 17^{kg}. Le but principal de l'expérience était de déterminer la loi de la décroissance de la température au delà des limites connues. Un enregistreur devait être placé au centre de l'aérostat, afin de comparer les différences de températures du gaz avec celles de l'air ambiant.

» Le ballon avait un orifice inférieur de $0^{m},30$ pourvu d'une manche d'appendice de $0^{m},90$, de manière à faciliter la sortie du gaz pendant la phase ascendante et la rentrée de l'air pendant la phase descendante, ce qui, dans notre pensée, devait dispenser d'avoir recours aux délesteurs automatiques si l'on prenait soin de gonfler *entièrement* l'aérostat.

» Les résultats ont été conformes à nos prévisions.

» L'aérostat s'est élevé sans accident, avec une force ascensionnelle de 65^{kg} environ, qui lui a communiqué une vitesse verticale moyenne de 8^{m} par seconde; cette vitesse a même atteint $9^{m},20$ entre 7000 et 10000^{m} d'altitude. Quant à la vitesse de descente, elle a été de $2^{m},40$ en moyenne, de sorte que les instruments n'ont souffert aucune avarie. Par cette disposition, le volume du ballon n'ayant pas varié pendant toute la durée de l'expérience, on aurait pu, avec une lunette astronomique munie d'un micromètre, déterminer l'altitude vraie. Comme l'*Aérophile*, qui était

blanc, réfléchissait vigoureusement les rayons solaires, très intenses dans les grandes altitudes, plusieurs personnes ont pu le suivre à l'œil nu pendant trois quarts d'heure, c'est-à-dire jusqu'au sommet de sa trajectoire. Il brillait comme la planète Vénus, lorsqu'elle est visible en plein jour.

» Le départ a eu lieu de Paris-Vaugirard à $12^h 25^m$ et la descente à Chanvres, près Joigny (Yonne), à $7^h 11^m$ du soir. Le ballon a atteint une dépression barométrique de 103^{mm} de mercure ou $\frac{1}{7,38}$ d'atmosphère, soit une altitude de 16000^m environ, d'après la formule de Laplace, et sans tenir compte des corrections relatives à la pesanteur et à la température.

» D'après le poids du matériel, l'altitude n'aurait dû être que de 13500^m. Le résultat obtenu s'explique facilement en admettant que, par suite de l'intensité considérable de la radiation solaire, le gaz a pris une température plus élevée que celle de l'air ambiant et que le ballon s'est comporté comme une véritable montgolfière.

» Le thermomètre a marqué une température minima de $-51°$ centigrades à 12500^m, ce qui fait une décroissance de température de 68°, la température à terre étant $+17°$, soit une décroissance de 1° centigrade par 186^m. Au delà, le diagramme des températures et celui de la pression barométrique s'est interrompu. Cet accident doit être attribué à la congélation de l'encre contenue dans les plumes des enregistreurs, laquelle a lieu vers $-55°$ centigrades.

» A l'altitude de 16000^m, ou plutôt à la pression barométrique de 103^{mm}, le diagramme barométrique reprend et, un peu plus bas, le diagramme des températures. Le thermomètre s'est élevé alors à $-21°$ centigrades : ce fait anormal doit être attribué à l'effet de la radiation solaire qui a échauffé l'air du panier dans lequel étaient renfermés les instruments. Il y a donc lieu de se préoccuper, dans les expériences, d'abriter très sérieusement les instruments contre des effets de cette nature.

» J'ajouterai que la mèche d'amadou servant à distribuer les cartes-questionnaires, dont plusieurs nous sont revenues, s'est éteinte après avoir brûlé sur une longueur de $0^m,24$. Ce fait doit être attribué au manque d'oxygène.

» Les mesures thermométriques recueillies semblent démontrer l'accroissement considérable de la radiation solaire, à mesure que l'on s'élève, et que la décroissance de la température de l'air est d'autant plus rapide que l'altitude est plus grande.

» Je me permettrai de faire observer que le ballon l'*Aérophile* a atteint

une zone atmosphérique où la densité de l'atmosphère est inférieure à celle des plaines lunaires, si l'on admet que la densité de l'atmosphère de toute planète et de tout satellite est proportionnelle à la pesanteur à la surface. On pourrait donc déduire de cette expérience, et de celles qui vont suivre, des données sur la température et la radiation solaire à la surface de notre satellite.

» Le ballon est resté pendant plusieures heures à flotter à l'altitude constante de 16000^m. Ce résultat peut s'expliquer en admettant que la chaleur ne varie pas sensiblement avec la hauteur de l'astre, lorsque l'on arrive à ces altitudes où les $\frac{7}{8}$ de l'atmosphère sont supprimés et où il ne reste plus évidemment aucune trace de vapeur d'eau. Mais lorsque le jour baisse réellement, comme par exemple vers 6^h du soir, le refroidissement l'emporte, et le diagramme thermométrique accuse une diminution très rapide de la température.

» Pendant les trois quarts d'heure où l'on a pu observer le ballon à œil nu, l'aspect de sa trajectoire a été très instructif. On a vu le ballon se diriger d'abord dans le nord-ouest, puis il a tourné progressivement à l'ouest par une sorte de mouvement hélicoïdal; de la même manière, il est revenu vers l'est et c'est dans cette direction qu'on l'a perdu de vue, par suite d'une brume très légère qui se formait dans les régions inférieures. Pendant ces moments, et indépendamment de sa direction propre, il semblait se rapprocher du zénith, ce qui démontre la rapidité énorme de son mouvement ascensionnel.

» Les habitants de Joigny et de Chanvres ont vu le ballon un quart d'heure avant son atterrissage; il venait du nord-ouest et il descendait très lentement. La lenteur et la régularité de la descente, obtenue par la rentrée automatique de l'air dans l'aérostat, est une propriété d'autant plus précieuse qu'elle permet aux habitants d'apercevoir le ballon longtemps avant son atterrissage et de le retirer d'une position dangereuse. Le succès de l'opération se résout à choisir une heure de départ telle que la descente ait lieu en plein jour, sur terre et par un temps calme. Nous avons réussi à obtenir toutes ces conditions, grâce à la direction du courant supérieur qui soufflait dans la direction de l'est, conditions qui doivent être réalisées dans la haute atmosphère par suite du mouvement de rotation de la Terre. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Pouvoir odorant du chloroforme, du bromoforme et de l'iodoforme*. Note de M. **Jacques Passy**.

« Les analogies étroites qui existent entre les propriétés physiques et chimiques du chlore, du brome et de l'iode, et la transformation graduelle qu'on observe dans ces propriétés quand on passe de l'un à l'autre, m'ont conduit à penser qu'il pouvait y avoir une variation parallèle dans leurs propriétés odorantes, variation analogue à celle que j'ai signalée dans les alcools de la série grasse (¹).

» J'ai cherché 1° à déterminer le pouvoir odorant de chacun de ces trois corps, 2° à étudier l'effet produit par leur substitution dans une molécule organique identique. A cet égard, le chloroforme, le bromoforme et l'iodoforme étaient tout indiqués, et doublement intéressants à cause de leurs propriétés anesthésiques et antiseptiques.

» La comparaison entre le chlore et le brome offre des difficultés et des causes d'erreur si nombreuses, que j'ai renoncé, pour l'instant, à publier des résultats qui me paraissent incertains. Les trois composés organiques donnent, au contraire, des résultats très nets.

	Minimums en millionième de gramme.
Chloroforme	30
Bromoforme	2 à 5
Iodoforme	0,06 à 0,7

» Les pouvoirs odorants de ces trois corps sont donc comme 1, 15, 500 et présentent l'accroissement auquel on pouvait s'attendre.

» Quant à la qualité, on retrouve ici un exemple extrêmement marqué de ce dualisme que j'ai signalé pour quelques composés organiques. On connaît l'odeur caractéristique du chloroforme, et celle de l'iodoforme. Le bromoforme à dose massive possède l'odeur éthérée, pénétrante, du premier; à dose atténuée, le parfum si désagréable et tenace du second.

» En résumé, ces trois corps forment une série régulière, dans laquelle

---

(¹) Je publierai prochainement un Tableau beaucoup plus étendu, comprenant plusieurs termes nouveaux, ainsi que les aldéhydes et éthers correspondants, et dont les résultats développent et modifient sur certains points mes conclusions précédentes.

le pouvoir odorant croît d'une manière progressive et dans laquelle la qualité se modifie graduellement. Le premier et le troisième terme ont une individualité propre, tandis que le second se comporte comme un mélange des deux autres. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations sur une série de formes nouvelles de la neige, recueillie à de très basses températures.* Note de M. **Gustave Nordenskiöld**, présentée par M. Daubrée.

« Les planches que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie sont des reproductions en autotypie, sans *retouches*, de photographies. Malheureusement elles ne reproduisent pas les plus fins détails des photographies originales, pour montrer qu'on est en présence de phénomènes cristallographiques nouveaux.

» Les formes ordinaires des flocons de neige tombés à une température voisine de zéro montrent des assemblages d'étoiles dendritiques, ordinairement très régulières et très élégantes, mais n'offrant rien de particulier. Il n'en est plus de même pour des flocons tombés à des températures beaucoup plus basses, entre — 10° et — 20°. Au lieu d'étoiles dendritiques, les derniers forment généralement ou des disques hexagonaux, ou des étoiles avec des branches ayant seulement deux ou trois fois la longueur du disque central hexagonal. Si l'on examine les cristaux au microscope avec un grossissement de $\frac{25}{1}$ à $\frac{50}{1}$, on y reconnaît une structure très compliquée. Dans leur intérieur on distingue des pores, des canaux et des cavités limitées par des surfaces courbes, dont l'origine est évidemment en rapport avec les forces moléculaires qui ont formé des cristaux délimités par des surfaces planes.

» J'ai désigné ces pores et cavités du nom de *formations organoides*, pour caractériser leurs formes et leur aspect général; car, avec un peu d'imagination, on pourrait croire voir des aiguilles siliceuses d'éponges marines ou d'autres particularités de tissus organiques.

» Jusqu'à présent, rien d'analogue n'a été observé dans les cristaux : il semblerait qu'on est en présence d'un lien entre les formes géométriques de la nature morte, limitées par des surfaces planes, et les formes courbes et arrondies des êtres organisés. Je crois aussi que les formes organoïdes des flocons de neige peuvent avoir de l'intérêt pour la structure intérieure des cristaux.

» Aux grands géomètres de la patrie de Romé de l'Isle et Haüy, je propose de trouver les lois mathématiques des *canaux organoïdes* si réguliers, si variables et cependant si typiques, que représentent plusieurs des photographies ci-jointes, figures d'un phénomène inconnu jusqu'à présent aux météorologistes.

» Le 8 février dernier, par une température de -0° à -17°, il est tombé de véritables fioles microscopiques de glace contenant de l'eau. A cette occasion, plusieurs personnes s'étonnaient de voir de l'eau égoutter abondamment des toits, quoique la température fût de -8° à -10°. Les photographies ci-jointes ont non seulement confirmé la justesse de l'observation du vulgaire, mais en ont donné une explication bien simple. Malheureusement je n'avais pas un calorimètre tout prêt pour déterminer la chaleur spécifique de ce mélange extraordinaire d'air et d'eau, à une température de l'air de -8° à -12°, et l'occasion de compléter l'observation ne s'est plus représentée. »

M. **Kondakoff** adresse une Note sur l'alcool amylique primaire normal, à propos d'un travail récent sur ce sujet.

M. **A. Coste** adresse une Note relative aux images produites par deux miroirs perpendiculaires entre eux.

La séance est levée à 3 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 avril 1893.

La Géographie dans les Chaires de l'Université, par Maurice Viguier. Avignon, Seguin frères, 1893; br. in-8°.

L'Asboline, par le Dr Th. Blondin. Paris, Société d'éditions scientifiques; br. in-8°.

Minutes of proceedings of the Institution of civil engineers. Vol. CXI. London, 1893; 1 vol. in-8°.

Terrestrial atmospheric absorption of the photographic rays of ligth, by J. M. SCHAEBERLE. Sacramento, 1893; 1 vol. in-8°.

Lagoa santa et Bidrag til den biologiske Plantegeografi, af EUG. WARMING (*Mémoires de l'Académie royale des Sciences et des Lettres de Danemark.* Copenhague; 6e série, classe des Sciences, t. VI, n° 3). Kjobenhavn, 1892; 1 vol. in-4°.

Spolia Atlantica. Scopelini, musei zoologici Universitatis Hanniensis, af Dr CHR.-FR. LUTKEN (*Mémoires de l'Académie royale des Sciences et des Lettres de Danemark.* Copenhague; 6e série, classe des Sciences, t. VII, n° 6). Kjobenhavn, 1892; 1 vol. in-4°.

Billedkunstens Fremstilling af Menneskeskikkelsen, i dem aeldste periode indtil Hojdepunktet af den graeske kunst, af JULIUS LANGE (*Mémoires de l'Académie royale des Sciences et des Lettres de Danemark.* Copenhague; 5e série, classe des Lettres, t. V, n° 4). Kjobenhavn, 1892; 1 vol. in-4°.

Archives italiennes de Biologie, par A. MOSSO, t. XIX, fasc. I. Turin, Hermann Loescher, 1893; br. in-8°.

La Scienza del diretto privato. Anno I, 1893. Firenze, Giuseppe Pellas; br. in-8°.

Annali dell' Ufficio centrale meteorologico e geodinamico italiano, serie seconda, vol. XI, Parte I, II, 1889. Roma, Unione cooperativa, 1893; 2 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 AVRIL 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LOEWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Note sur l'observation de l'éclipse partielle de Soleil du* 16 *avril* 1893; par M. F. Tisserand.

« L'éclipse a été observée à l'Observatoire de Paris par MM. Callandreau, Boquet, Viennet, Puiseux et Hamy.

» MM. Paul et Prosper Henry ont obtenu 6 photographies à des distances de cinq minutes.

» J'ai reçu de M. Trépied, directeur de l'observatoire d'Alger, la dépêche suivante :

» Éclipse partielle observée dans de très bonnes conditions; obtenu 32 photographies de l'éclipse.

» M. Bigourdan a adressé une dépêche de Joal (Sénégal), disant :

» Ciel brumeux, observé les quatre contacts, Vulcain non vu.

» Enfin, il résulte d'un télégramme du *New-York Herald*, qui nous a été communiqué par M. de Fonvielle, que, dans la province chilienne d'Atacama, à une altitude de 1135^m, M. Pickering a observé l'éclipse par un très beau temps; la couronne était plus belle que dans les éclipses de 1878 et 1889, et ressemblait à celles de 1857 et de 1871. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation de l'éclipse totale du* 16 *courant.* Note de M. **J. Janssen**.

« J'ai reçu hier au soir un télégramme de M. Pasteur, envoyé par l'observatoire de Meudon pour remplacer M. de la Baume-Pluvinel que des circonstances impérieuses avaient empêché d'accomplir la mission qu'il avait si bien préparée.

» M. Pasteur me télégraphie que la plupart des instruments ont bien fonctionné, notamment ceux qui se rapportent à la mesure de l'intensité photographique de la couronne, mais que le ciel a été légèrement voilé pendant l'éclipse et que le vent a apporté un certain trouble aux observations.

» J'ajouterai qu'à Meudon j'avais fait prendre les dispositions pour obtenir de grandes photographies solaires au moment de la plus grande phase.

» Ces photographies ont été obtenues; mais le ciel, à Meudon, n'a pas été non plus favorable à l'obtention parfaite de ces grandes photographies qui exigent une atmosphère particulièrement pure.

» Ces grandes photographies qui donnent, comme on sait, les détails les plus délicats de la surface solaire, sont éminemment propres, en raison même de cette circonstance, à résoudre la question du degré de raréfaction de l'atmosphère lunaire, s'il en existe une, car il est évident que, dans ces conditions, la granulation de la surface solaire, près des bords de la Lune, doit être altérée dans les détails de ses formes par la réfraction de cette atmosphère, qui agit alors dans les conditions les plus favorables à la manifestation de son existence.

» Je reviendrai sur cette intéressante question, qui a déjà reçu un commencement de solution par les photographies que nous avons prises pendant l'éclipse partielle du 19 juillet 1879, observée à Marseille. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Note de M.* **J. Bertrand** *accompagnant la présentation du Tome V des Œuvres d'Huygens.*

« Le nouveau volume contient la Correspondance des années 1664 et 1665. On y trouve, avec la même abondance de documents, la même érudition et la même conscience dans la rédaction des Notes, le même soin et les mêmes attentions dans la disposition des Tables.

» M. Bertrand signale particulièrement les Lettres relatives à l'appel de Huygens à Paris par Louis XIV et Colbert, qui déjà songeaient à créer l'Académie des Sciences.

» J'eus par l'ordinaire dernier, écrit Christian Huygens, une Lettre de M. de Carcavy par laquelle, par ordre de M. Colbert, il me mande que le Roy serait bien aise que je puisse venir demeurer à Paris, et m'y convie par beaucoup de raisons et de belles promesses.

» Constantin Huygens conseillait à son fils de différer son départ.

» Mon père, écrit Christian, me tance dans toutes ses Lettres de ce que, sans scavoir rien de ce qu'en France on veut faire pour moy, je m'accorde aveuglément à aller où l'on m'appelle et m'accuse de la dernière imprudence. Et moi je ne voy pas pour tout cela que j'aye deu procéder autrement dans cette affaire que je n'ay fait; car considérant cette vocation comme une suite de la bienveillance du Roy et comme un effet des bonnes grâces de M. Colbert, et que l'on m'appelle pour mon bien plustôt que pour le service que je puisse rendre, quoique peust-être je ne seray pas du tout inutile, je ne doy pas craindre qu'on me veuille placer mal.

» Le chiffre de la pension, sur lequel Huygens ne voulait pas entrer en discussion, ne lui était nullement indifférent. Son père menait grand train, mais la dépense, d'après une lettre de Constantin, frère aîné de Christian, à leur plus jeune frère Lödoewick « excédait di gran lunga la recepte, qui est le ménage qui mène vous savez bien où ». Je crains fort, ajoute Constantin, avec la bonne humeur habituelle de la famille, « que » quand il signor Padre estant revenu verra toutes ces choses là, que le » premier effet de ses considérations sera le retranchement de nos pen- » sions, estant un moyen de mesnage le plus prompt et qu'il a le plus sous » la main ».

» Avant d'aborder le problème général du centre d'oscillation qu'il a, le premier, résolu exactement, Christian Huygens fait connaître, dans

une de ses lettres (p. 120), les pendules isochrones à des figures diversement suspendues où il rencontre « *des propositions assez plaisantes* ». Ces propositions fourniront d'élégants exercices aux professeurs de Mécanique et, après deux cents ans d'oubli, ne manqueront pas de devenir classiques. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Effets de la sécheresse sur les cultures de l'année. Réponse à la Note de M.* Demontzey *sur le reboisement des* montagnes; par M. **Chambrelent.**

« J'ai eu occasion, la semaine dernière, de parcourir une partie des terrains agricoles du midi de la France et j'ai été navré de voir dans quel état la sécheresse prolongée que nous avons depuis si longtemps a mis la plupart des cultures de cette année.

» Sauf la vigne, qui présente, il est vrai, de belles apparences, mais qui est toujours sous le coup des gelées, qui sont encore à craindre jusqu'au milieu du mois prochain, toutes les autres récoltes souffrent énormément de la sécheresse.

» Partout l'on demande des canaux d'irrigation, dont la construction devient de plus en plus nécessaire.

» Pour passer à une autre question d'économie rurale non moins importante, j'ai à répondre aujourd'hui à une Note publiée dans le dernier numéro des *Comptes rendus,* par M. Demontzey, inspecteur général des forêts, au sujet de la Communication que j'ai faite dans la séance du 6 mars dernier, sur la fixation des torrents et le boisement des montagnes.

» L'honorable inspecteur général fait observer que de vastes études ont été faites par les seuls forestiers sans le secours de la Commission mixte créée en 1883 par le Ministre de l'Agriculture, M. de Mahy, commission, ajoute M. Demontzey, qui, « n'ayant siégé qu'une fois, le » 6 juin 1883, a pu difficilement préparer les données d'un projet d'en» semble que le service de reboisement a mis deux ans à établir ».

» Dans la séance du 6 juin 1883, la Commission mixte dont j'ai parlé avait réparti, comme je l'ai dit, entre les inspecteurs généraux qui la composaient, le travail à faire par chacun de ses membres pour la rédaction d'un projet d'ensemble qui devait être arrêté dans une séance ultérieure. Comme je l'ai dit également, chacun des membres de la Commission a préparé longuement et consciencieusement les travaux qui lui incom-

baient et l'on devait en coordonner les résultats dans la nouvelle séance à intervenir.

» Mais cette nouvelle séance n'a jamais eu lieu; on a négligé depuis de convoquer la Commission et tout le travail préparé est resté inutilisé dans les mains de ceux qui l'avaient préparé.

» Indépendamment des documents utiles qu'avait à produire la Commission, elle devait produire en outre un résultat encore plus important: elle devait permettre de faire obtenir des augmentations de crédits pour les travaux de boisement, sans aucune surcharge du budget général de l'État, et c'est ce qu'elle avait commencé à faire dans une assez large mesure.

» M. Demontzey déclare que tous les travaux de boisement exécutés l'ont été sur les seules ressources budgétaires de l'Administration des Forêts, sans aucun contingent des Travaux publics ou d'ailleurs.

» C'est là une erreur qu'il aurait certainement évitée en consultant les documents officiels qui existent dans les dossiers du Ministère de l'Agriculture.

» Pour le torrent de Vaudaine, la somme de 31000fr, que l'Administration forestière avait déclaré nécessaire pour son extinction, a été non seulement offerte par le Ministre des Travaux publics à son collègue de l'Agriculture, mais cette offre a été officiellement acceptée par ce dernier par une lettre officielle du 30 avril 1880, par laquelle le Ministre de l'Agriculture remercie son collègue des Travaux publics « des fonds qu'il » voulait bien mettre à sa disposition et qu'il acceptait avec reconnais- » sance, en vue de l'intérêt public ».

» M. Demontzey peut voir combien je précise mes assertions à ce sujet.

» Mais il y a plus : en sus de ce crédit de 31000fr, un autre, bien plus considérable, de 2660000fr, inscrit en 1881 au budget des Travaux publics pour le service de l'hydraulique, a été détaché de ce service et affecté, sur la demande de M. de Mahy, aux travaux de boisement, qu'il appelait, dans sa proposition, la grande œuvre de la restauration et de la conservation des montagnes.

» L'affectation de ce crédit à cette grande œuvre a été votée par la Chambre des députés dans la séance du 6 juillet 1883, à la suite des considérations présentées dans cette séance, par le successeur de M. de Mahy, M. Méline, peu après la réunion de la Commission ministérielle du 6 juin, observations que nous avons textuellement reproduites en affirmant le fait de l'allocation du crédit.

» Je suis convaincu, d'ailleurs, que si l'on n'eût pas cessé de faire fonctionner la Commission, il eût été possible de faire obtenir à l'œuvre d'autres fonds que ceux qui lui étaient spécialement accordés sur le budget de l'État.

» Je ne puis m'expliquer, d'ailleurs, pourquoi M. Demontzey semble repousser ces nouveaux crédits, qui seraient si importants pour hâter la marche des travaux.

» M. l'inspecteur général ne trouve pas exagéré le nouveau délai de quarante ans, qu'il demande pour l'achèvement des travaux.

» Mais ceux mêmes qui croient difficile d'éviter ce délai ne l'expliquent que par l'insuffisance des fonds à affecter chaque année aux travaux; nous croyons que personne ne conteste que, si l'on avait les fonds, on pourrait faire dans un délai bien moindre.

» Remarquons que, si l'on ajoute, à ce nouveau délai de quarante ans, les trente années pendant lesquelles M. Demontzey nous dit avoir été mêlé à l'œuvre, cela fait une durée de soixante-dix années qui paraît bien considérable pour un travail reconnu si urgent pour tous.

» Que de travaux plus longs et plus difficiles ont été exécutés dans des délais bien moindres!

» Il serait difficile, ajoute M. Demontzey, de prouver que les travaux » restant à exécuter entraîneront une dépense inférieure à 200 millions. »

» Mais le rapport de la Commission du budget de 1893, qui a été évidemment rédigé sur les données de l'Administration forestière, porte textuellement à la page 144 : « On peut évaluer à 180 millions la dépense » *totale* restant à faire ».

» En parlant d'une dépense de moins de 200 millions, je ne suis donc pas resté au-dessous de ce chiffre officiel de 180 millions, donné par l'Administration elle-même.

» Lorsque des faits et des chiffres sont portés devant l'Académie des Sciences, le premier devoir de celui qui les énonce est de ne produire que des documents précis, contrôlés et vérifiés avec soin. C'est le cas de tous ceux que j'ai avancés dans ma Communication sur la fixation des torrents comme dans toutes les Communications antérieures que j'ai eu l'honneur de faire devant elle. En repoussant comme erronées les dénégations qu'on m'a opposées, je maintiens la parfaite exactitude des faits et des chiffres que j'ai donnés comme acquis, et je persiste à penser, avec ceux qui ont étudié la question, que les travaux de boisement que réclame l'intérêt supérieur de la France peuvent être terminés avec une dépense de moins

de 200 millions et dans un délai beaucoup moindre que celui de quarante ans. »

PHYSIQUE. — *Dilatation de l'eau sous pression constante et sous volume constant.* Note de M. **E.-H. Amagat.**

« 1° *Dilatation sous pression constante.* — Les coefficients qui suivent ont été calculés au moyen des Tableaux numériques donnés dans ma Note du 9 janvier dernier.

$$\frac{1}{V}\frac{\Delta V}{\Delta t} = \alpha. \qquad \text{N° 1.}$$

atm	Entre 0° et 10°.	10°—20°.	20°—30°.	30°—40°.	40°—50°.	50°—60°.	60°—70°.	70°—80°.	80°—90°.	90°—100°.	100°—198°
[illegible]	0,000014	0,000150	0,000257	0,000334	0,000422	0,000490	0,000556	0,000617	0,000661	0,000719	»
[illegible]	0,000043	0,000165	0,000265	0,000345	0,000422	0,000485	0,000548	»	»	»	0,00109
[illegible]	0,000072	0,000183	0,000276	0,000349	0,000426	0,000480	0,000539	0,000600	»	»	0,00105
[illegible]	0,000098	0,000205	0,000285	0,000357	0,000423	0,000480	0,000528	0,000590	0,000641	0,000682	0,00102
[illegible]	0,000123	0,000221	0,000298	0,000363	0,000429	0,000478	0,000527	0,000575	0,000626	0,000673	0,00099
[illegible]	0,000149	0,000236	0,000306	0,000370	0,000429	0,000482	0,000523	0,000566	0,000611	0,000661	0,00096
[illegible]	0,000169	0,000250	0,000319	0,000372	0,000429	0,000484	0,000520	0,000557	0,000605	0,000650	0,0094
[illegible]	0,000192	0,000262	0,000326	0,000377	0,000434	0,000478	0,000523	0,000550	0,000698	0,000637	0,0091
[illegible]	0,000213	0,000272	0,000339	0,000378	0,000438	0,000480	0,000518	0,000546	0,000595	0,000630	0,0088
[illegible]	0,000229	0,000289	0,000338	0,000389	0,000437	0,000479	0,000514	0,000550	0,000584	0,000621	0,0086
[illegible]	»	»	0,000343	0,000396	0,000437	0,000474	0,000512	0,000554	0,000581	0,000610	0,0084

$$\frac{1}{V}\frac{\Delta V}{\Delta t} = \alpha. \qquad \text{N° 2.}$$

atm	0°,0—10°,10.	10°,10—20°,40.	20°,40—29°,45.	29°,45—40°,45.	40°,45—48°,85.
1	0,000015	0,000157	0,000256	0,000335	0,000418
500	0,000151	0,000223	0,000310	0,000366	0,000428
1000	0,000259	0,000294	0,000362	0,000410	0,000405
1500	0,000311	0,000335	0,000368	0,000446	0,000437
2000	0,000364	0,000356	0,000416	0,000424	0,000469
2500	0,000381	0,000409	0,000440	0,000420	0,000469
3000	0,000391	0,000420	0,000433	0,000440	0,000469

» Entre 0° et 10°, j'ai étudié l'eau de degré en degré, je reviendrai sur la dilatation entre ces limites à propos du maximum de densité ; les deux premiers nombres de la première colonne verticale (0°-10°) sont chacun la somme de dilatations de signes contraires ; mais, pour tout le reste du Tableau, la dilatation est positive, parce que, ainsi que je le montrerai dans une prochaine Note, à partir de 200^{atm}, il n'y a plus au-dessus de zéro de maximum de densité.

» *Variation du coefficient de dilatation avec la pression.* — On voit qu'aux

températures inférieures, contrairement à ce qui a lieu pour les autres liquides, le coefficient croît avec la pression; cette variation s'efface graduellement quand la température s'élève, elle est sensiblement nulle vers 50° ou 60°, puis change de signe pour les températures plus élevées; ce renversement de signe est absolument net, même pour les colonnes contiguës à la colonne (50°-60°); il est probable qu'il ne se fait pas à la même température sous les différentes pressions; il a probablement lieu à une température d'autant moins élevée que la pression est plus forte; à toutes les températures, il doit sans doute arriver que le coefficient cesse de croître sous une pression suffisante, au-dessus de 50° ou 60° cela aurait déjà lieu sous la pression normale; il doit donc passer par un maximum sous une pression d'autant plus forte que la température est plus basse, cette pression doit croître avec une extrême rapidité quand la température s'abaisse, car entre 40° et 50° la décroissance du coefficient est manifeste jusque vers 2000^{atm}, ainsi que le montre le Tableau n° 2.

» Aux pressions les plus fortes, la variation au-dessous de 50° est de l'ordre de grandeur des irrégularités évidentes, on peut seulement prévoir d'après l'ensemble des résultats que la diminution se manifesterait, comme au-dessus de 60°, sous des pressions suffisantes.

» 1° *Variations du coefficient avec la température.* — Les Tableaux qui précèdent ne permettent pas l'examen de coefficient avant et après le maximum de densité, puisque la première colonne verticale donne la dilatation moyenne entre 0° et 10°; ce point sera examiné à part, il ne s'agira donc ici que des variations au-dessus de la température du maximum de densité; c'est, du reste, d'après l'observation faite ci-dessus, le cas de tout le Tableau, sauf les deux premiers nombres de la colonne (0°-10°); dans ces conditions, on voit que le coefficient croît avec la température et que l'accroissement relatif diminue rapidement. L'accroissement est de moins en moins prononcé sous des pressions de plus en plus fortes, cependant il existe nettement jusqu'à 3000 atmosphères. Il n'est pas douteux que, sous des pressions suffisantes, le coefficient finirait par croître d'abord avec la température pour passer par un maximum comme pour les autres liquides, ainsi que je l'ai montré à propos de la dilatation de l'éther et de l'alcool comparée à celle des gaz.

» 2° *Dilatation à volume constant, coefficient de pression.* — Les Tableaux n° 3 et n° 4 donnent les valeurs de $\frac{dp}{dt}$ et de $\frac{1}{p}\frac{dp}{dt}$ correspondant aux volumes constants indiqués à la première colonne verticale; il sera fait à

propos du maximum de densité un Tableau à part des résultats fournis par les isothermes comprises entre 0° et 10°.

$\frac{\Delta p}{\Delta t} = \text{B}.$ N° 3. $\frac{1}{p}\frac{\Delta p}{\Delta t} = \text{B}.$

sions -es.	0°—10°. B.	β.	10°—20°. B.	β.	20°—30°. B.	β.	30°—40°. B.	β.	40°—50°. B.	β.	50°—60°. B.	β.	60°—70°. B.	β.	70°—80°. B.	β.	80°—90°. B.	β.	90°—100°. B.	β.
at		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
,5)															15,5	(0,261)	14,6	785	15,3	461
,5)													12,2	(0,317)	13,8	857	14,7	493	15,8	355
,5)											11,0	(0,279)	12,5	836	14,0	508	15,0	360	16,0	284
,0)									9,6	(0,169)	11,5	746	12,9	481	13,1	331	15,1	286	17,4	256
,5)							7,7	(0,211)	9,8	868	11,7	554	13,1	392	14,2	310	15,4	256	16,5	218
,2)					5,5	(1,725)	7,8	(0.133)	10,0	735	11,7	498	13,1	369	14,2	294	15,5	247	16,6	211
,0)					5,7	(0,237)	7,9	974	10,1	633	11,8	451	13,1	348	14,3	281	15,5	237	16,6	206
,0	0,27	(0,270)	3,1	(0,833)	5,8	(0,168)	7,9	856	10,1	686	12,3	454	12,7	320	14,3	275	15,5	233	16,6	202
-,5	0,33	314	3,2	(0,228)	5,9	(0,129)	7,9	765	10,1	555	12,1	423	13,0	321	14,5	268	15,5	229	16,7	200
,7	0,45	152	3,3	956	6,0	891	8,0	637	10,2	493	11,8	383	15,3	310	14,5	258	15,5	220		
,0	0,55	112	3,5	633	6,1	680	8,2	545	10,2	443	12,0	358	13,3	294	14,5	248	15,6	223		
,0	0,85	086	3,8	349	6,3	431	8,4	405	10,5	360	12,1	304	13,5	260	14,7	225	15,8	198		
,0	1,20	080	4,0	250	6,5	321	8,6	320	10,7	303	12,2	265	13,6	232	14,9	207				
,0	1,58	079	4,3	199	6,7	257	8.8	269	10,7	259	12,5	238	13,8	213	15,0	191				
5,4	2,26	074	4,9	149	7,2	190	9,2	204	11,2	207	12,8	196	14,2	181						
,0	2,93	070	5,5	123	7,8	156	9,6	166	11,6	172	13.2	167								
9,0	3,70	070	6,1	108	8,3	132	10,0	141	12,8	158										
7,0	4,45	069	6,7	096	8,9	117	10,7	126												
3,5	5,30	069	7,4	089																
5,5	3,90	066																		

» Les pressions initiales, indiquées entre parenthèses, correspondent à la limite supérieure de température du premier coefficient inscrit dans la même ligne horizontale.

$\frac{\Delta p}{\Delta t} = \text{B}.$ N° 4. $\frac{1}{p}\frac{\Delta p}{\Delta t} = \beta.$

Volumes constants.	Pressions à zéro.	0°,00 — 10°,10. B.	β.	10°,10 — 20°,40. B.	β.	20°,40 — 29°,45. B.	β.	29°,45 — 40°,45. B.	β.	40°,45 — 48°,85. B.	β.
	atm		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
1,000......	1	»	»	»	»	6,0	(0,175)	7,8	889	10,2	588
0,990......	201	1,5	074	4,2	194	6,7	260	8,8	276	10,8	260
0,980......	418	3,1	073	5,0	110	8,0	159	9,8	172	11,2	165
0,970......	468	4	070	6,4	092	9,4	124	10,7	127	12,4	128
0,960......	895	6,2	070	8,0	083	10,4	100	12,3	108	13,5	106
0,950......	1170	7,6	065	9,4	076	11,7	087	13,3	092	14,3	090
0,940......	1565	9,3	063	10,6	068	12,4	074	14,4	081	16,4	085
0,935......	1623	10,0	062	11,2	065	13,8	075	14,8	075	16,7	078
0,930......	1785	11,1	062	11,8	062	14,8	073	15,3	071	17,1	074
0,925......	1957	11,9	061	12,9	062	15,7	071	16,1	069	17,0	670
0,920......	2130	12,6	059	13,9	062	15,5	065	16,8	067	18,7	069
0,915......	2335	12,5	054	14,0	057	16,7	064	17.9	065	»	»
0,910......	2508	14,4	057	15,6	059	17,1	061	»	»	»	»

» *Variations des coefficients* B *et* β *avec le volume constant.* — Aux températures inférieures les valeurs du coefficient de pression (B) croissent rapidement quand le volume constant diminue (soit quand la pression initiale augmente); la variation est donc de même sens que pour les autres liquides, mais elle est incomparablement plus rapide, surtout en valeur relative; la température s'élevant, cette variation devient de moins en moins accentuée; elle est, vers 100°, du même ordre de grandeur que pour les autres liquides.

» La variation du coefficient β a lieu dans le même sens que pour les autres liquides.

» *Variation de* B *et* β *avec la température.* — Contrairement à ce qui a lieu avec les autres liquides, le coefficient de pression (B) varie rapidement avec la température; abstraction faite du changement de signe qui, comme pour le coefficient à pression constante, a lieu en passant par le maximum de densité, la valeur du coefficient de pression augmente rapidement quand la température croît; on voit, par exemple, que sous un volume égal à l'unité la valeur de (B) passe du simple au quintuple entre 10° et 100°, et que la variation est encore bien plus rapide entre 0° et 10°. Quoique cette variation soit de moins en moins accentuée quand la pression et la température croissent, elle est néanmoins sensible dans toute l'étendue des Tableaux; ici, comme pour les autres lois, l'eau doit certainement, sous une pression suffisante ou à une température suffisamment élevée, rentrer dans le cas des autres liquides.

» La variation de β avec la température est nécessairement plus compliquée que pour les autres liquides; (B) augmentant d'abord plus rapidement que la pression, (β) croît; mais bientôt c'est le contraire qui a lieu, (β) passe donc par un maximum, puis décroît ensuite indéfiniment. La température à laquelle se produit ce maximum de (β) croît quand le volume constant devient de plus en plus petit; le maximum, par suite, a lieu sous des pressions de plus en plus élevées, en même temps qu'il est de moins en moins accentué; cette perturbation, de même que celles relatives aux autres lois, s'efface donc progressivement sous des températures de plus en plus élevées ou sous des pressions de plus en plus considérables; je reviendrai sur ce point dans une prochaine Note à propos du maximum de densité. »

M. **Haton de la Goupillière** fait hommage à l'Académie d'une Brochure dans laquelle il a donné un théorème nouveau sur le centre des moyennes distances des sommets d'un polygone (¹).

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1893.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix La Caze (Chimie). — MM. Berthelot, Schlœsing, Duclaux réunissent la majorité des suffrages, et seront adjoints aux Membres de la Section de Chimie. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur, Dehérain et Troost.

Grand prix des Sciences physiques. Prix du Budget (Géologie). — MM. Daubrée, Fouqué, Des Cloizeaux, Mallard, Gaudry réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Damour.

Prix Bordin (Géologie). — MM. Daubrée, Fouqué, Mallard, Des Cloizeaux, Gaudry réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur et Friedel.

Prix Delesse. — MM. Daubrée, Fouqué, Mallard, Des Cloizeaux, Gaudry réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Friedel et Moissan.

Prix Fontannes. — MM. Gaudry, Fouqué, Daubrée, Mallard, Des Cloizeaux réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Milne-Edwards et Perrier.

(¹) *Bulletin de la Société mathématique de France*, t. XXI, p. 5.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance : 1° un Ouvrage de M. *G. Foussereau,* ayant pour titre : « Polarisation rotatoire, réflexion et réfraction vitreuses, réflexion métallique. Leçons faites à la Sorbonne en 1891-1892. » (Présenté par M. Darboux.)

2° Les quatre Volumes et le premier Supplément du « Traité encyclopédique de Photographie, » de M. *Charles Fabre.*

Dans les quatre premiers Volumes, l'auteur expose les nombreux procédés publiés depuis l'invention de la Photographie jusqu'à l'année 1889. Le premier Supplément rend compte des progrès réalisés de 1889 à 1892.

M. **Lippmann** présente à l'Académie, au nom de MM. *Auguste* et *Louis Lumière* de Lyon, des photographies en couleurs exécutées d'après les méthodes interférentielles. Ces épreuves ont été obtenues par MM. Lumière sur des plaques au gélatinobromure d'argent, transparentes et isochromatiques, préparées par eux. Elles représentent, d'une part, un spectre solaire de grande dimension; d'autre part, une série d'objets reproduits très fidèlement : un paysage sur crépon japonais, un bouquet de fleurs artificielles, un disque de Newton en verres colorés et plusieurs chromolithographies.

On remarque notamment sur ces épreuves que les blancs sont rendus fidèlement avec leurs nuances diverses et leur éclat. Ces blancs ne sont visibles, comme les autres couleurs, que sous l'angle de la réflexion régulière; par diffusion, on ne voit, à l'endroit où ils sont marqués, que la couleur brun-foncé du précipité photographique. La reproduction exacte des couleurs les plus composées par la méthode interférentielle se trouve ainsi nettement démontrée.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la structure des groupes simples finis et continus.* Note de M. **Cartan**, présentée par M. Picard.

« Dans la résolution des équations algébriques, Galois détermine le nombre et la nature des équations auxiliaires au moyen de la structure

des groupes qui leur correspondent. D'une façon analogue, M. Lie a montré (*Ac. des Sc.*, Christiania, 1882) que, toutes les fois quu'n problème d'intégration dépend d'un *groupe fini et continu*, le nombre, le degré et la nature des équations auxiliaires sont déterminés par la structure de ce groupe. Les groupes de ces équations auxiliaires sont toujours, de même que chez Galois, des groupes *simples*.

» Les beaux travaux de MM. Picard et Vessiot ramènent la théorie des équations différentielles linéaires à l'étude de la structure d'un groupe.

» En conséquence, toutes les recherches sur la structure des groupes simples, continus ou discontinus, ont une extrême importance.

M. Lie a donné, entre autres (*Mat. Ann.*, B. XXV), une détermination complète de tous les groupes simples d'ordre r dont les plus grands sous-groupes sont d'ordre $r-1$, $r-2$ ou $r-3$. Il a de plus indiqué *quatre* grandes classes de groupes simples : le groupe projectif général à n variables, le groupe d'un complexe linéaire à $2n+1$ variables, et enfin le groupe projectif d'une surface du deuxième ordre à $2n$ et $2n+1$ variables.

» Dans une série de Notes parues dans les *Mathematische Annalen*, B. XXXI, XXXIII, XXXIV, XXXVI, M. Killing a publié des recherches étendues sur la structure des groupes. Il est arrivé, en particulier, au résultat extrêmement important que, à part les *quatre* grandes classes de groupes simples dont nous avons parlé plus haut, il n'y a que *cinq* groupes simples, qui ont respectivement 14, 52, 78, 133, 248 paramètres.

» Malheureusement, les considérations qui conduisent M. Killing à ces résultats manquent de rigueur. Il était, par suite, désirable de refaire ces recherches, d'indiquer ses théorèmes inexacts et de démontrer ses théorèmes justes. Je me permettrai d'indiquer rapidement les résultats auxquels je suis arrivé à cet égard.

» Dans la partie du Mémoire de M. Killing relative aux groupes simples se trouvent surtout deux lacunes importantes. En premier lieu, il ne considère que le cas où ce qu'il appelle l'*équation caractéristique* du groupe n'admet que des racines simples; il tente, il est vrai, de s'affranchir de cette restriction dans la troisième partie de son Mémoire, mais il s'appuie pour cela sur un théorème qu'il ne démontre que dans un cas particulier et qui, en général, est faux : à savoir que *si un groupe est son propre groupe dérivé, chaque transformation générale fait partie d'un sous-groupe formé d'autant de transformations échangeables entre elles, que l'équation caractéristique admet de racines identiquement nulles*. En second lieu, il ramène la détermination des groupes simples à la détermination de certains systèmes

de nombres entiers, mais il ne prouve pas du tout que toutes les racines de l'équation caractéristique ne dépendent que d'un seul de ces systèmes.

» Je suis parvenu à démontrer tous les résultats de M. Killing relatifs aux groupes simples. J'ai, de plus, déterminé complètement la structure des *cinq* groupes spéciaux cités plus haut (M. Killing en indique *deux* à 52 paramètres, mais ils sont identiques). J'ai trouvé, en particulier, pour le groupe à 14 paramètres, deux représentants dans un espace à cinq dimensions.

» Le premier est le plus grand groupe continu de transformations de contact de l'espace ordinaire, qui laisse invariant le système des deux équations aux dérivées partielles du deuxième ordre :

$$r = \tfrac{4}{3}t^3, \qquad s = t^2.$$

Ses fonctions caractéristiques sont

$$1,\quad x,\quad y,\quad p,\quad q,\quad z + xp,\quad 3z - yq,\quad 9zp - 4q^3,\quad 3yp - 4q^2,$$
$$y^2 + 4xq,\quad 3y^2p + 12zq - 8yq^2,\quad y^3 - 12xz + x^2p + xyq,$$
$$3yz - 3xyp - y^2q + 4xq^2,$$
$$36z^2 - 3(12xz + y^3)p - 36yzq + 12y^2q^2 + 16xq^3.$$

» Ce groupe laisse en même temps invariante une équation aux dérivées partielles du deuxième ordre, qui représente, dans l'espace (r, s, t), la développable dont le système défini plus haut représente l'arête de rebroussement.

» Le deuxième groupe est le plus grand groupe continu de l'espace à cinq dimensions qui laisse invariant le système des équations de Pfaff

$$dx_2 - x_4\,dx_1 = 0, \qquad dx_3 - x_2\,dx_1 = 0, \qquad dx_5 - x_4\,dx_2 = 0.$$

» Je demanderai à l'Académie la permission d'exposer, dans une prochaine Note, les résultats auxquels je suis arrivé, relativement à la structure des groupes en général. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un groupe simple à quatorze paramètres.* Note de M. **F. Engel**, présentée par M. Picard.

« Outre les *classes* de groupes continus simples, découvertes par M. S. Lie, il y a plusieurs groupes simples, dont l'existence a été reconnue

par M. Killing, parmi lesquels un groupe simple à quatorze paramètres, qui, comme groupe de transformations ponctuelles, ne peut exister que dans un espace à cinq dimensions au moins. M. Killing a déterminé la structure (*Zusammensetzung*) de ce groupe, mais il n'a déterminé aucun groupe ayant cette structure. C'est cette lacune que j'ai complétée, il y a plusieurs années; je demanderai à l'Académie de lui communiquer quelques-uns de mes résultats.

» Dans l'espace à cinq dimensions, il y a deux groupes de transformations ponctuelles à quatorze paramètres, qui ont la structure signalée. L'un de ces groupes, le groupe G_{14}, laisse invariante une équation de Pfaff, et peut être choisi de telle façon que, selon la terminologie de M. Lie, il constitue un groupe irréductible de transformations de contact de l'espace ordinaire. L'autre, le groupe G'_{14} laisse invariants deux systèmes non intégrables d'équations de Pfaff.

» Si l'on choisit convenablement les variables, le groupe G_{14} laisse invariant le système de ∞^5 droites défini par les équations

$$(1)\qquad dz + x_1\,dy_1 - y_1\,dx_1 + x_2\,dy_2 - y_2\,dx_2 = 0,$$

$$(2)\qquad dx_2^2 + \sqrt{3}\,dy_1\,dy_2 = dx_2\,dy_2 - 3\,dx_1\,dy_1 = dy_2^2 + \sqrt{3}\,dx_1\,dx_2 = 0.$$

» Ce système de droites se compose de toutes les droites appartenant au complexe linéaire (1) et coupant un certain cône de troisième ordre situé à l'infini.

» Les équations finies du système en question peuvent être mises sous la forme

$$(3)\qquad \begin{cases} y_2 = -\sqrt{3}\,x'_1 x_1 + \frac{1}{2}\sqrt{3}\,x'_2, & x_2 = y_2 x'_1 - \frac{1}{2}\sqrt{3}\,x'_3, \\ y_1 = -\dfrac{x'_2 x_1}{\sqrt{3}} + x'_4, & z = \dfrac{x'_3 y_2 + x'_2 x_2}{\sqrt{3}} + x'_4 x_1 + x'_5, \end{cases}$$

où les x' sont des paramètres.

» Dans (3) on peut considérer les x' comme coordonnées des points d'un autre espace à cinq dimensions. Alors le système (3) définit une transformation de contact, qui change lesdites ∞^5 droites de l'espace z, x_1, x_2, y_1, y_2, en points de l'espace x', et qui, d'autre part, change les points en certaines droites de l'espace x'. Par cette transformation, le groupe G_{14} est semblable au groupe G'_{14} annoncé plus haut.

» Le groupe G'_{14} de l'espace x' laisse invariant le système de ∞^5 droites,

qui est défini par les trois équations de Pfaff

$$(4)\quad \begin{cases} \Delta_3 = dx'_3 + x'_1\,dx'_2 - x'_2\,dx'_1 = 0, \\ \Delta_4 = dx'_4 + \tfrac{1}{2}(x'_3\,dx'_1 - x'_1\,dx'_3) = 0, \\ \Delta_5 = dx'_5 + \tfrac{1}{2}(x'_2\,dx'_3 - x'_3\,dx'_2) = 0; \end{cases}$$

mais il y a encore deux systèmes invariants, savoir :

$$(5)\qquad 2\Delta_4 - x'_1\Delta_3 = 0, \qquad 2\Delta_5 + x'_2\Delta_3 = 0$$

et

$$(6)\qquad dx'^2_3 + 2\,dx'_2\,dx'_4 + 2\,dx'_1\,dx_5 = 0.$$

» Par un changement connu de variables, l'équation (6) prend la forme

$$\Sigma\, dx'^2 = 0;$$

ainsi le groupe G'_{14} peut être transformé dans un sous-groupe du groupe des transformations conformes de l'espace à cinq dimensions.

» La transformation de contact, dont nous avons fait mention, offre certaines analogies avec la transformation célèbre de M. Lie, qui change les sphères de l'espace ordinaire en droites de cet espace. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Démonstration de la transcendance du nombre e*; par M. **Adolf Hurwitz**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Je me suis occupé de nouveau, pendant cet hiver, des démonstrations de la transcendance de *e*. M. Hilbert, dont j'ai appelé l'attention sur la méthode de M. Stieltjes [1], a simplifié l'analyse de l'éminent géomètre [2], et, en étudiant son travail, je suis parvenu à une démonstration plus facile encore qui vient de paraître dans les *Nachrichten der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*. Je me permets de vous la transcrire ici. Je pars de l'identité

$$D_x[e^{-x}F(x)] = -e^{-x}f(x),$$

---

(1) *Sur la fonction exponentielle* (*Comptes rendus*, t. CX).

(2) *Nachrichten von der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*, n° 2, v. J. 1893; *Ueber die Transcender der Zahlen e und π*, von David Hilbert.

où $f(x)$ désigne une fonction entière de degré r; en posant, pour abréger,

$$F(x) = f(x) + f'(x) + \ldots + f^{(r)}(x),$$

et en appliquant la relation connue

$$\varphi(x) - \varphi(0) = x\varphi'(\vartheta x) \qquad (0 < \vartheta < 1),$$

je trouve

$$\text{(A)} \qquad F(x) - e^x F(0) = -xe^{(1-\vartheta)x} f(\vartheta x).$$

Supposons maintenant qu'on ait l'équation

$$\text{(B)} \qquad C_0 + C_1 e + C_2 e^2 + \ldots + C_n e^n = 0,$$

C_0, C_1, ..., C_n étant des nombres entiers, C_0 étant positif et différent de zéro. En désignant par p un nombre premier plus grand que C_0 et que n, je fais

$$f(x) = \frac{1}{(p-1)!} x^{p-1}(1-x)^p(2-x)^p \ldots (n-x)^p,$$

et j'applique la formule (A) pour les valeurs $x = 1, 2, \ldots, n$. J'obtiens ainsi

$$F(x) - e^k F(0) = \varepsilon_k \qquad (k = 1, 2, \ldots, n),$$

les quantités ε_k devenant infiniment petites lorsqu'on fait croître p, $F(0)$, $F(1)$, ..., $F(n)$ étant des entiers dont le premier n'est pas divisible par p, tandis que tous les autres contiennent p en facteur. Or on tire de l'équation (B)

$$C_0 F(0) + C_1 F(1) + \ldots + C_n F(n) = 0$$

lorsque p est supérieur à une certaine limite, et cette relation implique une contradiction, tous les termes étant divisibles par p, excepté le premier qui ne l'est pas.

» Cette démonstration me semble remarquable en ce point, qu'elle ne fait usage que des premiers principes du Calcul différentiel et qu'elle peut être donnée, par conséquent, dans un cours tout à fait élémentaire. »

PHYSIQUE. — *Comparaison du mètre international avec la longueur d'onde de la lumière du cadmium.* Note de M. **Albert-A. Michelson**, présentée par M. Mascart.

« La mesure des longueurs d'ondes lumineuses en valeurs métriques exige deux opérations distinctes : la première est la détermination de l'ordre d'interférence produit par une source aussi homogène que possible entre les rayons réfléchis par deux plans parallèles; la seconde est la comparaison de la distance des plans avec le mètre.

» Pour appliquer cette méthode, il faut d'abord réaliser des interférences d'ordre très élevé et, en second lieu, contrôler la position des surfaces avec une telle exactitude, que leur distance, même très grande, se détermine avec une approximation de quelques millionièmes de millimètre et que leur parallélisme soit vérifié jusqu'à une petite fraction de seconde.

» Une étude préliminaire des radiations émises par vingt espèces de sources a montré qu'il en existe très peu dont l'homogénéité soit suffisante pour que leurs longueurs d'onde puissent servir comme étalons absolus de longueur.

» La plupart des sources qui correspondent aux raies brillantes du spectre sont doubles, triples ou même de constitution encore plus complexe; cependant, les radiations émises par la vapeur du cadmium paraissent assez simples pour satisfaire aux meilleures conditions.

» Toutefois, quand les vapeurs se produisent à la pression atmosphérique, la différence de marche des rayons interférents ne peut pas être portée au delà de 2 ou 3 centimètres, soit 40 000 à 60 000 longueurs d'onde.

» Ces chiffres sont à peu près les mêmes que ceux qu'a trouvés M. Fizeau dans ses expériences célèbres d'interférence à grande différence de marche avec la lumière de la soude.

» Si le défaut d'homogénéité de la source que révèle cette limite est dû aux chocs fréquents des molécules vibrantes entre elles ou avec celles du gaz ambiant, ce qui les empêcherait d'exécuter librement leurs propres vibrations, on doit pouvoir augmenter beaucoup l'ordre d'interférence en plaçant le corps rayonnant dans le vide, afin de diminuer le nombre des chocs.

» Grâce à cette disposition, il a été possible d'obtenir avec une raie du mercure des interférences correspondant à une différence de marche d'à peu près un demi-mètre ou 850000 longueurs d'onde. L'examen des variations de netteté des franges, à mesure que la différence de marche augmente, montre cependant que la source est encore très complexe; elle paraît toujours simple avec les plus grandes dispersions qu'il est possible de réaliser ([1]), tandis qu'elle renferme en réalité au moins six composantes distinctes ([2]).

» L'examen des radiations de la vapeur de cadmium, fait à ce point de vue, montre que la raie rouge ($\lambda = 0^{\mu},6439$) est presque idéalement simple, quoique un peu plus large que les composants de la raie verte du mercure. La netteté des franges diminue suivant une loi exponentielle pour disparaître lorsque la différence de marche approche de 25^{cm} ou 400000 longueurs d'onde; pour un retard de 10^{cm}, la visibilité est environ 0,60 de sa valeur maximum. Le cadmium donne encore trois autres raies remarquables, verte, bleue et violette; les deux premières sont également très simples et donnent des franges presque aussi visibles que celles de la raie rouge.

» On a ainsi, par une même substance, trois sortes de radiations qui peuvent être examinées successivement sans modifier la disposition des appareils; la concordance des résultats qu'elles fournissent à chaque accroissement de distance est un contrôle très important de l'exactitude des mesures.

» L'appareil employé pour observer ces phénomènes d'interférence sert en même temps pour la comparaison des étalons intermédiaires entre eux et avec le mètre; on peut l'appeler *comparateur interférentiel*. La partie essentielle de cet instrument se compose d'une plaque de verre à faces optique-

---

(1) Un bon réseau, observé avec soin, permet de distinguer un petit compagnon très près de la raie principale.

(2) La méthode qui permet de conduire à ce résultat est basée sur la relation qui existe entre la distribution de la lumière de la source et la *courbe de visibilité* des franges. La visibilité V est donnée par l'équation

$$V_2 = \frac{[\int \varphi(x) \cos 2\pi \mathrm{D}x\, dx]^2 + [\int \varphi(x) \sin 2\pi \mathrm{D}x\, dx]^2}{[\int \varphi(x)\, dx]^2},$$

dans laquelle $\varphi(x)$ représente la loi de distribution de lumière dans la radiation considérée et D la différence de marche.

ment planes et parallèles et de deux miroirs plans. La lumière qu'on veut examiner tombe sur la plaque de verre, dont la première surface est légèrement argentée, sous une incidence quelconque mais ordinairement à 45°. Le faisceau incident se partage en deux, l'un réfléchi et l'autre transmis. Le faisceau réfléchi est renvoyé par l'un des miroirs et traverse ensuite la plaque de verre; l'autre est renvoyé par le second miroir, se réfléchit sur la plaque et se propage ensuite dans la même direction. Des considérations élémentaires montrent que cet arrangement équivaut à la superposition de deux faisceaux qui seraient réfléchis l'un sur le premier miroir, l'autre sur l'image du second par rapport à la glace. Si la distance de ces deux surfaces planes, l'une réelle et l'autre virtuelle, est très petite, on peut employer la lumière blanche; et l'on observe alors des franges colorées, analogues aux anneaux de Newton et localisées sur les surfaces elles-mêmes. Si, au contraire, la distance est de plusieurs longueurs d'onde, il faut employer une lumière monochromatique.

» Il suffit d'examiner le cas où les surfaces sont rigoureusement planes et parallèles. Il est facile de voir que les franges sont alors des anneaux concentriques à l'infini; on peut donc les régler à l'œil ou les observer dans le plan focal principal d'une lunette. Par conséquent, si l'on peut arriver à conserver rigoureusement le parallélisme des surfaces pendant leur mouvement, alors, quoique la source ait une étendue apparente assez grande, les franges sont toujours distinctes.

» La seule difficulté est d'évaluer l'ordre d'interférence. Cette difficulté pourrait être résolue par un procédé stroboscopique basé sur la périodicité des étincelles d'induction qui produisent l'illumination des vapeurs, et dont la période (par un mécanisme facile à construire) contient un nombre exact et assez considérable d'alternatives de maxima et de minima des franges qui passent.

» Il y a une autre méthode qui me paraît plus sûre, et qui a été déjà mise en pratique dans les expériences préliminaires que j'ai faites en collaboration avec M. Morley; c'est d'employer plusieurs étalons de longueurs intermédiaires, dont chacun est approximativement le double du précédent. Ces étalons sont comparés entre eux d'une manière très exacte en corrigeant, par une observation directe à chaque opération, la fraction de frange qui excède un nombre entier. L'exactitude de cette comparaison est d'ailleurs contrôlée par la concordance des résultats obtenus avec les trois radiations différentes. On arrive ainsi à connaître sans erreur le nombre de franges et la fraction complémentaire qui corres-

pond à une distance de 10^{cm} entre les surfaces dans des conditions déterminées de température et de pression.

» La comparaison de l'étalon final de 10^{cm} avec le mètre se fait en déplaçant cet étalon de sa propre longueur, opération qui se répète dix fois; on contrôle à chaque pas la position et l'inclinaison des surfaces par l'observation des franges d'interférence à la lumière blanche (¹).

» A la première position et à la dernière, on compare au moyen des microscopes à micromètre un trait que porte l'étalon avec les deux traits du mètre normal (²).

» Le Comité international des Poids et Mesures m'a fait l'honneur de m'inviter à répéter au Pavillon de Breteuil ces expériences suivant le programme ici indiqué. Les appareils nécessaires, construits pour ce but en Amérique, ont été transportés à Paris au mois de juillet de l'année dernière.

» Les études préliminaires et le réglage des divers organes ont occupé tout notre temps jusqu'à la fin d'octobre, époque à laquelle ont commencé les mesures définitives. Les observations ont été faites d'abord simultanément par M. Benoît, directeur du Bureau International, et par moi-même ; mais M. Benoît fit une maladie grave à la fin de la première série et j'ai été ensuite privé de son précieux concours.

» Je suis heureux de saisir cette occasion pour le remercier pour toutes les facilités qu'il a bien voulu mettre à ma disposition et pour l'intérêt qu'il a porté à ce travail. J'ai trouvé en même temps une assistance dévouée de la part de MM. Chappuis et Guillaume, pour la suite du travail, et de M. F.-L.-O. Wadsworth, pour la construction et l'installation des appareils; je m'empresse de leur exprimer toute ma reconnaissance.

» Les deux séries d'observations que j'ai pu mener jusqu'à la fin ne sont pas encore entièrement réduites; mais un calcul approximatif montre qu'il n'existe pas entre elles une différence d'une longueur d'onde sur la

---

(¹) Ce moyen de produire le *contact optique* présente l'avantage que la position et l'inclinaison de l'une des surfaces peuvent être contrôlées par les interférences que donne l'image virtuelle de l'autre. Il n'y a pas à craindre que l'appareil soit déréglé pendant les observations. Aussi peut-on arriver au contact absolu, ce qui n'est pas possible avec les surfaces réelles, et dépasser cette position de part et d'autre à volonté.

(²) Dans les expériences actuelles, cette comparaison a été faite avec un mètre auxiliaire, qui, à son tour, a été comparé directement avec le mètre normal.

distance totale des deux traits extrêmes du mètre étalon, ce qui correspond à une erreur d'environ $\frac{1}{1500000}$ (1).

» Nous avons ainsi un moyen de comparer la base fondamentale du système métrique à une unité naturelle avec une approximation du même ordre que celle que comporte la comparaison de deux mètres étalons. Cette unité naturelle ne dépend que des propriétés des atomes vibrants et de l'éther universel; c'est donc, selon toute probabilité, une des grandeurs les plus fixes dans toute la nature. »

OPTIQUE. — *Photographie des réseaux gravés sur métal.*
Note de M. **Izarn**, présentée par M. Mascart.

« La méthode de reproduction photographique des réseaux sur lame transparente que j'ai décrite précédemment (2) peut paraître au premier abord impuissante dans le cas où il s'agirait de réseaux opaques, métalliques par exemple; il n'en est rien cependant. J'ai constaté, en effet, que, si l'on expose au Soleil un pareil réseau après avoir appliqué sur lui une couche de gélatine bichromatée en suivant la technique que j'ai fait connaître, la reproduction est de qualité tout à fait comparable à celle que l'on obtient dans le cas de la transparence. Seulement le bon contact des deux surfaces paraît ici beaucoup plus important et c'est ce qui m'a empêché d'avoir une bonne épreuve d'un très grand et magnifique réseau de Rowland au $\frac{1}{600}$ sur lequel j'ai essayé le procédé. Ce réseau étant tracé sur une surface concave en métal des miroirs, les coins seuls sont venus, portant d'ailleurs des fragments très nets des anneaux que j'ai obtenus avec des lentilles convexes (3); mais, même dans les parties centrales, *l'effet réseau* pouvait être observé en pleine lumière du Soleil et en choisissant bien l'incidence et cela quoique les traits fussent absolument invisibles au microscope, ce que j'ai aussi constaté bien souvent sur des épreuves obtenues par transparence mais avec très grande insuffisance de pose. Pour le dire en passant ceci montre très bien, comme l'a fait observer Lord Rayleigh (4) que le-

---

(1) Dans la détermination des valeurs relatives des trois longueurs d'onde, l'erreur est seulement de l'ordre de $\frac{1}{20000000}$.

(2) *Comptes rendus*, p. 506, mars 1893.

(3) *Ibid.*, p. 572, mars 1893.

(4) *Phil. Magazine;* 1874.

dit *effet* n'exige pas nécessairement une succession de traits alternativement opaques et transparents, mais une simple modification se reproduisant périodiquement à intervalles égaux et amenant des différences de phase correspondantes.

» Une pareille reproduction photographique (par réflexion) sur une couche photographique absolument transparente, que la lumière traverse complètement avant de tomber sur le réseau sous-jacent, ne me paraît guère pouvoir s'expliquer que par le phénomène des ondes stationnaires. Sur les parties brillantes qui séparent les traits, le faisceau réfléchi a une intensité presque égale à celle du faisceau incident et la couche sensible se divise à cet endroit en feuillets alternativement solubles et insolubles.

» Sur les parties qui correspondent aux traits eux-mêmes où la réflexion s'effectue, soit d'une façon moins intense ou du moins d'une façon différente, les choses se passent autrement et la structure de la couche correspondante de gélatine doit être aussi différente après développement. Quoi qu'il en soit de l'explication, qui demande à être étudiée de près, c'est à cette idée préconçue que je dois d'avoir essayé l'expérience qui m'a si bien réussi. »

OPTIQUE. — *Sur la polarisation atmosphérique*. Note de M. **A. Hurion**, présentée par M. Mascart.

« D'après la théorie de la polarisation par diffusion exposée par M. L. Soret (¹), la quantité de lumière polarisée, dans un milieu indéfini éclairé par un large faisceau de lumière, varierait suivant la direction de la ligne de visée d'après une loi assez simple. Si l'on désigne par ω l'angle de la ligne de visée avec la normale à l'axe du faisceau, la quantité de lumière polarisée serait donnée par la formule

$$p = \frac{a \cos^2 \omega}{2 - a \cos^2 \omega}.$$

» Cette expression représente bien les résultats obtenus dans le cas d'un faisceau de lumière électrique traversant un milieu trouble (²).

» Il était à prévoir que le phénomène se compliquerait dans le cas de

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIV, p. 503.
(²) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 910.

la polarisation atmosphérique, même en observant dans le plan vertical passant par le Soleil. C'est, en effet, ce qu'indiquent les mesures faites dans ces conditions avec un photopolarimètre de M. Cornu, monté comme la lunette d'un théodolite. On peut facilement, après avoir pointé le tube de l'instrument sur le Soleil, se placer à des distances angulaires données de cet astre.

» Les observations faites dans la partie du ciel opposée au Soleil à partir de la distance angulaire de 90°, qui correspond à la polarisation maxima, ne sont plus représentées par la formule précédemment indiquée; mais l'expérience apprend que l'on doit introduire un terme correctif et employer l'expression modifiée

$$p = \frac{a \cos^2 \omega - b \sin^2 \omega}{2 - (a \cos^2 \omega - b \sin^2 \omega)}.$$

» Je citerai, à titre d'exemple, les résultats obtenus à Clermont le 29 mars dernier, en observant d'abord avec un verre bleu et ensuite avec un verre rouge :

Verre bleu $\{a = 0,747;\ b = 0,15\}$			Verre rouge $\{a = 0,739;\ b = 0,12\}$		
	p			p	
ω.	observé.	calculé.	ω.	observé.	calculé.
0°	0,597	0,598	0°	0,586	0,586
10	0,566	0,566	10	0,559	0,554
20	0,479	0,474	20	0,479	0,470
30	0,336	0,354	30	0,348	0,355
40	0,236	0,233	40	0,243	0,237
50	0,117	0,124	50	0,131	0,133

» Une observation faite le 8 avril au sommet du Puy de Dôme, avec un verre bleu, conduit au même résultat.

» Les constantes sont alors $a = 0,703$, $b = 0,10$.

	p	
ω.	observé.	calculé.
0°	0,543	0,542
10	0,519	0,514
20	0,438	0,437
30	0,329	0,341
40	0,227	0,227
50	0,129	0,125

» On voit, d'après ces nombres, que la formule représente les observations à $\frac{1}{30}$ près.

» Je me propose de continuer ces études par des observations comparatives faites aux deux stations de l'Observatoire et de revenir plus tard sur les conséquences qu'on peut en tirer, soit au point de vue de la Météorologie, soit au point de vue de la théorie de la polarisation. »

PHYSIQUE. — *Recherche des alcools supérieurs et autres impuretés dans l'alcool vinique*. Note de M. **Émile Gossart**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Communication du 26 octobre 1891, je signalais à l'Académie un ensemble de faits qui, tout en rattachant les phénomènes de caléfaction aux phénomènes capillaires, fournissent une méthode d'analyse pour tous les mélanges liquides, et en particulier pour les alcools.

» Cette analyse se ramène à l'observation des roulements ou plongeons de gouttes de composition connue, tombant de 1^{mm} de haut, avec un intervalle de 30″, sur un ménisque en pente plane.

» J'ai cherché depuis lors à résumer les faits en un seul principe, et à tirer de ce principe « un procédé simple, sensible et précis pour déter-
» miner dans les spiritueux du commerce et les boissons alcooliques la
» présence et la quantité des substances autres que l'alcool vinique ».

» *Principe unique*. — Deux mélanges liquides, semblables qualitativement mais différents quantitativement, roulent l'un sur l'autre quand ils se rapprochent de l'identité de composition, mais font le plongeon l'un dans l'autre quand ils s'éloignent suffisamment de cette identité, et la ligne de démarcation très précise (marquée d'ailleurs par un phénomène limite, l'alternance des plongeons et des roulements) se prête à l'analyse de l'un des liquides par l'autre.

» Toutes les impuretés liquides que renferme le véhicule principal se dosent successivement par un réactif formé de ce liquide principal pur et de l'impureté qu'on a en vue; chacune des impuretés mélangées se comporte, dans certaines limites, comme si elle était seule au sein du liquide d'essai.

» Dans le cas des alcools, il importait d'arriver à la sensibilité du millième, par un dosage direct sur quelques centimètres cubes. Il fallait donc chercher dans quelles conditions on pourrait faire cesser les roulements pour la plus petite différence de composition entre la goutte et la pente liquide.

» J'ai, pour cela, divisé le problème en deux :

» 1° *Recherche des conditions de plongeons et roulements des mélanges d'eau et d'alcool vinique.*

» 2° *Recherche des mêmes conditions pour les mélanges suivants : alcool vinique à titre fixe avec doses variables de chaque impureté.*

» Ne pouvant donner ici les courbes qui représentent dans chaque cas la ligne de démarcation mentionnée plus haut, je me bornerai aux résultats principaux.

» Première partie : Alcoométrie. — Un alcool ne roule bien sur lui-même qu'à partir de 20° (l'eau étant un des liquides qui se prêtent le plus mal au roulement à cause de sa grande chaleur latente).

» L'alcool à 20° ne roule que sur des alcools de un peu plus de 19° et un peu moins de 21°; et l'alcool à 25° sur des alcools présentant un écart symétrique un peu plus grand.

» Enfin, de 40° à 90°, un alcool quelconque roule et ne roule que sur tout alcool qui ne s'écarte de lui que de 5° en plus ou en moins.

» Comme ces résultats sont indépendants des matières étrangères dissoutes dans les boissons, j'en ai déduit accessoirement un procédé alcoométrique.

» On y utilise à chaque instant cette remarque : avec n^{cc} d'un alcool N°, on fait une eau-de-vie n°, en les étendant par de l'eau à N^{cc}.

» 1° Soit une liqueur de degré supérieur à 20°. On en mesure 20^{cc}, on l'étend progressivement avec de l'eau jusqu'à ce qu'elle commence puis cesse de rouler à toutes gouttes sur une eau-de-vie à 20°. La moyenne des deux volumes ainsi obtenus sera le volume N de la dilution au moment où elle marquait 20°, c'est-à-dire présentait le roulement parfait sur 20°. N sera le titre.

» 2° Soit une boisson de degré inférieur à 20°, un vin par exemple. On prend 20^{cc} de ce vin, puis 20^{cc} d'eau-de-vie de vinage 39°, 2, que l'on mélange dans une fiole. Sans l'alcool du vin, ce mélange serait à 20°. Pour compenser cet alcool, on ajoute peu à peu P dixièmes de centimètres cubes d'eau, jusqu'à obtenir le roulement parfait sur l'eau-de-vie à 20°. Le titre est P dixièmes de degré, comme le démontrent un petit calcul bien simple et l'expérience.

» Mais, par cette étude des roulements et plongeons de mélanges d'eau et d'alcool, j'avais surtout en vue de perfectionner mon procédé de dosage des impuretés alcooliques.

» *A priori,* la richesse alcoolique la plus avantageuse pour la sensibilité devait être celle où le matelas de vapeur qui fait rouler la goutte est voisin de sa limite de stabilité. Il est alors plus facile à détraquer par l'impureté

de la goutte, et une trace d'impureté dans le vase rétablit l'homéotropie.

» L'artifice qui décuple la sensibilité consiste donc à amener à 25° les deux alcools que l'on compare.

» DEUXIÈME PARTIE : IMPURETÉS ALCOOLIQUES. — *Alcool amylique.* — A défaut de courbes, je dirai qu'une différence d'environ 5 millièmes entre la composition de la goutte et celle du ménisque suffit pour empêcher les roulements.

» Le cas le plus intéressant est le suivant : Soit l'alcool 25° à 6 millièmes d'alcool amylique dont on fait tomber dix gouttes sur l'alcool 25° du vase ; on aura :

» o roulement sur l'alcool pur, roulement limite de cinq à sept gouttes sur 1 millième d'amylique, et roulement complet des dix gouttes sur l'alcool à 2, 3, 4, etc. millièmes.

» Ces roulements durent généralement plus d'une minute, probablement par l'insolubilité de l'alcool amylique. Les résultats sont indépendants de la présence des autres impuretés.

» On voit donc que l'alcool 25° à 6 millièmes d'amylique constitue un réactif pour le dosage du ou des millièmes d'alcool amylique que peut contenir un spiritueux.

» Il suffira d'amener ce spiritueux à 25°, par la règle rappelée plus haut, et de l'étendre avec de l'alcool 25° pur, jusqu'à ce que le roulement complet cesse pour faire place au roulement limite.

» *Alcool butylique.* — La ligne de démarcation se confond à l'origine avec la précédente. L'alcool 25° à 6 millièmes d'alcool butylique sera donc ici encore le réactif.

» *Alcool propylique.* — Il faut forcer un peu la dose, et prendre comme réactif dosant le millième, pour les mêmes raisons, l'alcool 25° à 7 millièmes de propylique.

» *Acétone.* — L'alcool 25° à 20 millièmes d'acétone est le mélange le plus pauvre qui puisse plonger dans l'alcool pur. Mais il roule à limite sur l'alcool à 3 millièmes d'acétone et à toutes gouttes sur des mélanges plus riches. Il peut donc servir à doser l'acétone dans les méthylènes, alcools dénaturés, alcools fraudés.

» *Aldéhyde.* — La sensibilité est la même que la précédente ; mais elle est bien insuffisante dans la pratique, de même que pour le furfurol, même avec rectification.

» Pour les impuretés de queue, au contraire, la sensibilité me paraît suffisante ; on peut l'accroître encore, soit en prenant les alcools à 20°, ce qui rapproche les courbes limites, soit en donnant la richesse 25° non par

addition d'eau, mais, au contraire, par une rectification qui concentrera ces impuretés. Avec un même rectificateur, une étude préalable du thermomètre fait connaître l'instant où ce titre 25° est atteint.

» On peut donc apprécier rapidement des fractions de millième pour chaque alcool supérieur. Les courbes fournissent d'ailleurs des vérifications variées. »

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Sur les relations générales qui existent entre les coefficients des lois fondamentales de l'Électricité et du Magnétisme.* Note de M. E. **Mercadier**, présentée par M. Cornu.

« 1. Considérons ces lois dans l'ordre où elles ont été découvertes.

» Les deux premières sont les lois de Coulomb

$$f = k\frac{qq'}{r^2}; \tag{1}$$

$$f = k'\frac{\mu\mu'}{r^2}. \tag{2}$$

» Les coefficients k et k' qu'elles renferment doivent être considérés comme caractéristiques des milieux où se produisent les actions, et auraient dû être conservés, par suite, dans toutes les formules d'Électrostatique et de Magnétisme, tant que leur nature physique n'était pas déternée, au moins dans toutes les recherches théoriques.

» Admettons que les *quantités* d'électricité et de magnétisme représentées dans (1) et (2) par q et μ soient exprimables en fonction des unités fondamentales de la Mécanique (unités de longueur L, de masse M, de temps T), ainsi que les coefficients k et k', dont nous représenterons les unités par K et K'.

» Alors, si nous désignons par n et n' des *nombres*, on peut écrire la *définition en dimensions* des quantités q et μ de la façon suivante,

$$q = n\,\mathsf{K}^{-\frac{1}{2}}\mathsf{M}^{\frac{1}{2}}\mathsf{L}^{\frac{3}{2}}\mathsf{T}^{-1} = n\mathsf{K}^{-\frac{1}{2}}\mathsf{L}\sqrt{\mathsf{F}}; \tag{3}$$

$$\mu = n'\mathsf{K}'^{-\frac{1}{2}}\mathsf{M}^{\frac{1}{2}}\mathsf{L}^{\frac{3}{2}}\mathsf{T}^{-1} = n'\mathsf{K}'^{-\frac{1}{2}}\mathsf{L}\sqrt{\mathsf{F}}, \tag{4}$$

F désignant l'unité dérivée de force $= \mathsf{MLT}^{-2}$.

» On en déduit, d'après les définitions ou les théorèmes connus, les expressions en dimensions des diverses quantités électriques et magnétiques, en fonction de K et K'.

» 2. La découverte de la pile et des effets de l'électricité en mouve-

ment n'introduisirent dans les formules exprimant ces effets aucun coefficient nouveau semblable à k et k'. Seulement l'identité d'action des courants produits par les piles et les machines électrostatiques conduit tout naturellement à définir l'intensité d'un courant par la quantité d'électricité qui passe dans l'unité de temps à travers une section du circuit, cette quantité étant de la même nature physique que celle qui est représentée, en électrostatique, par $q = n\,\mathsf{K}^{-\frac{1}{2}}\mathsf{L}\sqrt{\mathsf{F}}$. D'après cette conception, confirmée plus tard par Faraday, la définition de cette intensité i est donc

$$(5)\qquad i = n\frac{q}{t} \quad \text{ou plutôt} \quad i = n\frac{dq}{dt} = n\,\mathsf{K}^{-\frac{1}{2}}\mathsf{L}\mathsf{T}^{-1}\sqrt{\mathsf{F}},$$

n étant bien un coefficient purement numérique.

» 3. En 1820, l'expérience d'Œrstedt vint établir un lieu entre les courants et les aimants, une relation entre les quantités telles que i et telles que μ; mais, avant que cette relation ne fût exprimée sous la forme même qu'on donna plus tard à la loi de Laplace, Ampère découvrit les actions électrodynamiques, et la formule

$$(6)\qquad f = a\frac{ii'\,ds\,ds'}{r^2}(2\cos\theta - 3\cos\alpha\cos\alpha')$$

qui en exprime la loi. Il introduisit ainsi un troisième coefficient, que nous représentons par a, caractéristique, comme k et k', du milieu dans lequel se produisent les phénomènes, et dont nous devons laisser la nature indéterminée, nous contentant de représenter son unité par A.

» Les intensités i et i', qui entrent dans la formule d'Ampère, étant définies par la relation (5), cette formule, dont toutes les conséquences ont été d'ailleurs vérifiées par l'expérience, *doit être homogène* nécessairement.

» Il en résulte, d'après (5), la relation *nécessaire* suivante

$$(7)\qquad \frac{k}{a} = n\,\mathsf{L}^2\mathsf{T}^{-2},$$

relation qu'on peut énoncer ainsi :

» I. *Le rapport des coefficients qui entrent dans la loi électrostatique de Coulomb et la loi d'Ampère représente le carré d'une vitesse.*

» Considérons maintenant la loi de Laplace sous sa forme complète

$$(8)\qquad f = \lambda\,\frac{\mu\,i\,ds\sin\alpha}{r^2}.$$

» Cette formule doit être homogène. En y remplaçant i et μ par leurs expressions (4) et (5), on trouve qu'il résulte de l'homogénéité la relation

nécessaire suivante

$$(9) \qquad \frac{kk'}{\lambda^2} = n' \mathrm{L}^2 \mathrm{T}^{-2}.$$

» II. *Le rapport du produit des coefficients de deux lois de Coulomb au carré du coefficient de la loi de Laplace représente le carré d'une vitesse.*

» En rapprochant l'une de l'autre les équations (7) et (9), il en résulte

$$(10) \qquad \lambda^2 = \mathrm{N}a.k';$$

d'où ce corollaire des deux propositions précédentes :

» *Le coefficient de la loi de Laplace est, à une constante numérique près, la moyenne proportionnelle entre les coefficients de la loi d'Ampère et de la loi magnétique de Coulomb.*

» Or, si l'on examine les expériences et les calculs d'où Ampère et Savary ont conclu à l'identité des aimants et de certains systèmes de courants; si, comme cela doit être fait, on laisse dans toutes les formules les coefficients k', λ, a, on arrive à ce résultat que l'identification des lois de l'électrodynamique et de l'électromagnétisme est complète si les valeurs des coefficients satisfont à la condition

$$(11) \qquad \lambda^2 = ak',$$

c'est-à-dire précisément à la relation (10) déduite uniquement de considérations d'homogénéité, et dans laquelle le facteur numérique N serait égal à 1.

» On peut remarquer : 1° que la relation précédente entre λ, a et k', est indépendante du coefficient k de la loi électrostatique de Coulomb; 2° qu'elle ne dépend pas de la loi d'Ohm; elle aurait pu être formulée avant la découverte de cette loi.

» 4. Cette loi elle-même n'a introduit en électromagnétisme aucun coefficient nouveau analogue à k, k', a et λ. On peut la considérer comme servant à définir la notion de *résistance électrique*.

» 5. La loi de Joule, comme celle d'Ohm, n'introduisit pas de coefficient nouveau, et elle ne donne pas de relation nouvelle entre les coefficients k, k', a et λ.

» 6. La découverte de l'induction, et les conséquences qu'on en a déduites, n'ont introduit aucun coefficient autre que ceux dont nous parlons, et qui suffisent pour définir les quantités qui entrent dans les formules de l'induction. En particulier l'*induction mutuelle* et l'*auto-induction* s'expriment en dimensions, d'après leur définition physique, quand on laisse

dans les formules les coefficients λ, k' ou a, par l'expression

$$n\frac{\mathsf{A}^2}{\mathsf{K}'}\mathsf{L} \quad \text{ou bien} \quad n\mathsf{AL},$$

d'après la relation (10).

» Ainsi les coefficients k, k', a et λ, ou même k et deux des trois autres, suffisent actuellement pour exprimer toutes les grandeurs électriques et magnétiques, et les relations générales (8), (9), (10) qui existent entre eux ne préjugent rien sur leur nature physique : que ce soient des constantes numériques ou des quantités physiques exprimables en longueurs, temps et masses, les relations ci-dessus sont toujours vraies; on peut les considérer comme des conséquences *nécessaires* des définitions mêmes des grandeurs q, μ, i, et de la *forme* mathématique des lois de Coulomb, d'Ampère et de Laplace.

» Dans une prochaine Communication, j'indiquerai les conséquences générales qu'on en peut déduire. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la réflexion des ondes électriques à l'extrémité d'un conducteur linéaire*. Note de M. **Birkeland**, présentée par M. Poincaré.

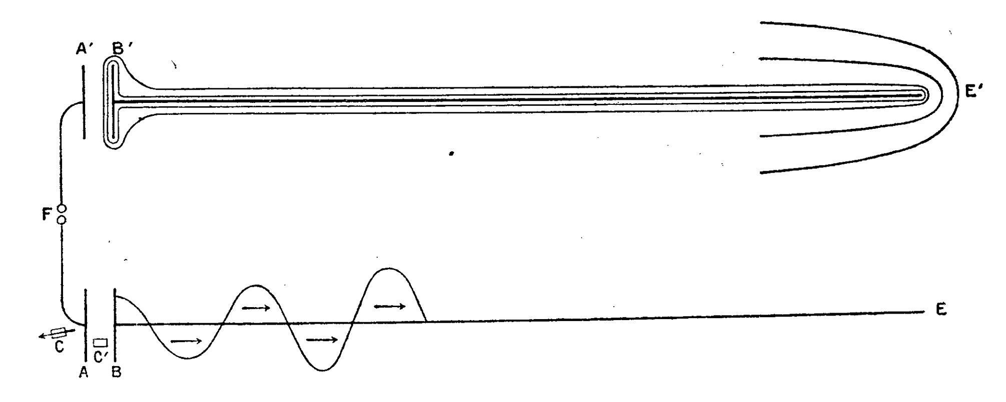
« La théorie de M. Poynting sur le mouvement de l'énergie électromagnétique peut nous donner des idées assez claires de ce qui se passe dans un champ où se produisent des oscillations hertziennes, même dans le cas où nous ne pouvons pas résoudre les équations de Maxwell.

» Nous nous proposons ainsi de déduire quelques conséquences intéressantes à l'aide de la théorie selon laquelle l'énergie électromagnétique se meut dans l'espace suivant une direction normale aux lignes des forces électriques et magnétiques en chaque point, en sorte que la somme algébrique de l'énergie passant par l'unité de surface pendant l'unité de temps est égale au produit des deux forces par le sinus de leur angle et le facteur $\frac{1}{4\pi A}$. La direction du courant d'énergie est celle d'une *vis à droite,* quand on la tourne de la direction positive de la force électrique vers celle de la force magnétique. Examinons donc comment l'énergie rayonne des environs d'un excitateur avec les appareils complémentaires indiqués dans la figure ci-jointe [1].

---

[1] Pour l'explication de la figure, *voir* ma Note du 16 janvier.

» Au moment où une étincelle jaillit en F, chaque élément d'espace possède déjà, d'après les idées de Maxwell, une certaine énergie électrostatique qui se trouve essentiellement dans le voisinage de l'excitateur entre les plaques collectrices. Quand la décharge commence, une quantité d'électricité sera amenée par le courant de conduction de A à A′ par exemple, et, par conséquent, nous aurons un courant de déplacement *vers* A et *s'éloignant* de A′.



» Considérons dans l'espace un élément cylindrique C parallèle au courant de déplacement. Pendant que A reste positif, la force électrique sera dirigée comme l'indique la flèche, et par suite opposée au courant de déplacement.

» La valeur de l'intégrale curviligne de force magnétique prise le long d'un contour autour du cylindre est $4\pi i$, i étant le courant traversant l'élément, ce qui nous permet de déduire de la théorie de M. Poynting que la quantité d'énergie qui sort de l'élément est plus grande que celle qui y entre. Or, après un quart d'une période, A devient négatif, tandis que le courant conserve sa direction. Par conséquent, une quantité d'énergie retournera à l'élément et l'on remarque que, *pendant la durée d'une demi-oscillation de l'excitateur, l'énergie dans l'élément en fait une entière.*

» Si nous considérons un élément C′ entre les deux plaques condensatrices, l'énergie y accomplira des oscillations de même nature, et si nous suivons l'énergie dans son chemin, dans le voisinage d'une plaque collectrice et le conducteur correspondant, nous trouverons qu'elle marche le plus concentrée tout près du métal et, d'après ce que nous savons de la direction des lignes de force électrique dans le cas des oscillations très rapides, l'énergie se mouvra suivant les surfaces de niveau existant dans

l'état électrostatique le moment avant la production de l'étincelle en F (deux de ces surfaces sont indiquées schématiquement autour de B′E′).

» Comme nous le savons, les éléments C et C′ ne reçoivent pas des environs autant d'énergie qu'ils en envoient, il y a un *amortissement* dépendant des conditions métalliques et *qui, généralement, n'est pas le même pour les divers éléments*. On peut s'en convaincre facilement en partant du fait expérimental qu'un circuit secondaire, placé dans le champ de l'excitateur, a un *décrément logarithmique* beaucoup plus petit que celui-ci.

» D'après cela, il ne faut pas admettre que l'*amortissement de l'excitateur,* déterminé expérimentalement par des recherches sur les ondes stationnaires dans le conducteur BE, et qui doit correspondre à un amortissement moyen pour les éléments entre les plaques du conducteur, sera le même que celui que l'on trouverait si l'on pouvait, conformément à l'artifice de M. Hertz, calculer ce qui rayonne hors d'une sphère très grande en négligeant la perte d'énergie due à la résistance des diverses parties de l'appareil.

» Suivons maintenant la quantité d'énergie, lâchée périodiquement par les éléments entre les plaques du condensateur, qui s'avance en ondes le long du conducteur pour être réfléchie en E. Essayons de pénétrer dans la nature de cette réflexion et nous verrons un moyen d'expliquer une différence paradoxale qui se présente entre quelques résultats expérimentaux sur la longueur de la première demi-onde stationnaire comptée à partir de E, obtenus, les premiers par des mesures avec des circuits secondaires, les seconds par la détermination directe du potentiel le long du fil. Comme on sait, MM. Sarasin et de la Rive [1] trouvent cette longueur trop courte; ils constatent une perte de phase par la réflexion, tandis que les mesures sur le conducteur principal donnent la valeur sans cette perte.

» Or l'énergie arrivée jusqu'au bout du fil va continuer à rayonner perpendiculairement à la force électrique, de sorte que la somme algébrique d'énergie passant par un élément de surface est déterminée par l'expression de M. Poynting, c'est-à-dire elle suivra sensiblement les surfaces de niveau, le fil étant supposé en possession, pour un moment, d'une charge *statique*. Quelques-unes de ces surfaces sont indiquées dans la figure pour le voisinage de E; des quantités d'énergie s'avancent simultanément sur les surfaces et font un tour en E pour continuer ensuite leur marche dans la direction opposée.

---

[1] *Archives de Genève*, t. XXIII, p. 2; 1890.

» Maintenant il est très facile de comprendre la différence expérimentale signalée plus haut. Le second « *choc* », celui qui établit les maxima et minima dans le secondaire de MM. Sarrasin et de la Rive est évidemment retardé par cet extra-tour de l'énergie autour de E et, si notre explication est vraie, il faut que ce retard soit d'autant plus grand que la distance entre les conducteurs BE, B'E' et le secondaire est plus grande elle-même. Sur le fil même, au contraire, il ne doit exister aucun retard sensible, ce que montrent aussi les recherches expérimentales. »

ÉLECTRICITÉ. — *Multiplication du nombre de périodes des courants sinusoïdaux.* Note de M. **Désiré Korda**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai montré, dans un travail précédent (¹), qu'en faisant tourner des inducteurs excités par un courant sinusoïdal on recueille, dans un circuit fixe placé dans le champ magnétique à axe tournant ainsi produit, un courant d'un nombre double de périodes.

» Je veux indiquer ici comment on peut se servir de ce dispositif pour *tripler le nombre des périodes d'un courant sinusoïdal, tout en ne dépassant pas, pour la vitesse de rotation, le synchronisme avec le courant inducteur.* Quant aux avantages que peut offrir une augmentation importante des nombres de périodes : la possibilité de se passer du fer et de son hystérésis dans les transformateurs, ainsi que de rendre pratique l'emploi des condensateurs, en réduisant considérablement la capacité nécessaire pour combattre la self-induction, ils sont suffisamment connus pour qu'on n'ait pas besoin d'y insister. Chaque pas dans cette voie a donc son importance.

» Imaginons que les deux inducteurs fixes d'un alternateur soient excités par un courant de période T et que l'induit soit composé de deux enroulements en forme de deux bobines égales a et b, fermées sur elles-mêmes et perpendiculaires l'une par rapport à l'autre, ainsi que par rapport à l'arbre. Alors, dès que ce dernier est mis en rotation synchrone avec le courant T, chacun de ces enroulements mobiles devient le siège d'un courant de période $\frac{T}{2}$, ainsi que je l'ai déjà trouvé auparavant. Si, au moment où l'intensité du champ des inducteurs, $H \sin \frac{2\pi}{T} t$ passe par zéro, a est per-

(¹) Académie des Sciences de Hongrie, séance du 14 novembre 1892.

pendiculaire et b parallèle à la direction du champ, dans le premier s'établira un courant cosinus et dans le second un courant sinus. Leur expression sera

$$i_1 = \frac{HS\nu}{\rho} \frac{2\pi}{T} \cos\left(\frac{4\pi}{T} t - \varphi\right),$$
$$i_2 = \frac{HS\nu}{\rho} \frac{2\pi}{T} \sin\left(\frac{4\pi}{T} t - \varphi\right),$$

où S signifie la surface d'une spire, ν le nombre des spires, ρ la résistance apparente de l'enroulement, et φ l'angle de retard dû à la self-induction.

» Les deux flux magnétiques qui en résultent, Φ_1 et Φ_2, vont se composer et produiront un champ magnétique tournant dont l'intensité constante sera

$$\Phi = \sqrt{\Phi_1^2 + \Phi_2^2},$$

et dont la vitesse angulaire, relative à la position fixe des enroulements dans l'espace sera de $\frac{4\pi}{T}$. Mais, puisque ces enroulements possèdent de leur côté une vitesse angulaire $\frac{2\pi}{T}$, il s'ensuit que, suivant que la rotation relative du champ est du même sens ou du sens contraire, la vitesse angulaire du champ tournant par rapport aux spires d'une bobine fixe sera de $\frac{6\pi}{T}$ ou bien de $\frac{2\pi}{T}$. Ce champ induira donc dans une bobine c, placée de façon que les inducteurs fixes ne puissent avoir aucun effet d'induction sur elle, *dans le premier cas, un courant sinusoïdal ayant trois fois plus de périodes et dans le second cas, un courant ayant le même nombre de périodes que le courant inducteur.*

» Le deuxième cas se produira, conformément à la loi de Lenz, chaque fois que les courants des deux enroulements mobiles différeront également de 90°, comme les forces électromotrices induites. Par contre, si l'on produit dans l'un de ces enroulements, pour le courant, un décalage de 180°, son champ magnétique sera renversé et le champ résultant tournera dans le même sens que l'arbre. Le plus simple est de fixer sur le même arbre une autre paire de bobines perpendiculaires a' et b', placées derrière a et b et reliées chacune en série avec l'une des dernières. Le champ produit par a' et b' tournera dans le même sens que l'arbre, pourvu que l'une d'elles soit enroulée en sens inverse de la bobine avec laquelle elle se trouve reliée en série. L'appareil ne nécessite alors aucun balai.

» On peut appliquer le même dispositif dans le cas d'un alternateur

multipolaire, en faisant correspondre à chaque pôle inducteur une paire de bobines perpendiculaires a et b. Le nombre des pôles étant $2m$ et n le nombre des tours par seconde, le courant ainsi transformé aura un nombre de périodes de $3mn$ par seconde.

» Dans le cas où la rotation de l'arbre est exactement synchrone, l'intégrale des couples agissant entre l'induit et l'inducteur est nulle. Pour y arriver on peut fixer les parties mobiles de l'appareil directement sur l'arbre de la génératrice.

» Si, par contre, l'arbre tourne avec une vitesse angulaire $\omega' \lesseqgtr \omega$, où $\omega = \frac{2\pi}{T}$, on a, pour les courants induits dans les enroulements mobiles,

$$i_1 = \frac{A}{2\omega'}\left[\frac{\omega+\omega'}{\rho_1}\cos\overline{(\omega+\omega')t-\varphi} - \frac{\omega-\omega'}{\rho_2}\cos\overline{(\omega-\omega')t-\psi}\right],$$

$$i_2 = \frac{A}{2\omega'}\left[\frac{\omega+\omega'}{\rho_1}\sin\overline{(\omega+\omega')t-\varphi} + \frac{\omega-\omega'}{\rho_2}\sin\overline{(\omega-\omega')t-\psi}\right],$$

en posant

$$\tan\varphi = \frac{L(\omega+\omega')}{R}, \qquad \tan\psi = \frac{L(\omega-\omega')}{R},$$

$$\rho_1^2 = R^2 + (\omega+\omega')^2 L^2 \qquad \text{et} \qquad \rho_2^2 = R^2 + (\omega-\omega')^2 L^2,$$

qui, de leur côté, induisent, dans la bobine fixe, une force électromotrice

$$\varepsilon = \frac{MA}{2\omega'}\left[\frac{\omega+\omega'}{\rho_1}(\omega+2\omega')\cos\overline{(\omega+2\omega')t-\varphi} + \frac{\omega-\omega'}{\rho_2}(\omega-2\omega')\cos\overline{(\omega-2\omega')t-\psi}\right].$$

» Pour $\omega' > \omega$, le couple en résultant est positif et l'on transforme du travail mécanique en énergie électrique. Pour $\omega' < \omega$, le couple est, au contraire, négatif, et l'action électrodynamique peut être utilisée sous forme d'énergie mécanique. »

HYGROMÉTRIE. — *Sur les propriétés hygroscopiques de plusieurs matières textiles.* Note de M. **Th. Schlœsing** fils, présentée par M. Duclaux.

« Les matières textiles sont douées de propriétés hygroscopiques très marquées. Exposées à l'air ordinaire, après avoir été desséchées, elles se chargent d'une proportion d'humidité généralement considérable; et il est

naturel qu'il en soit ainsi pour des corps constitués par des éléments filamenteux très déliés, offrant une grande surface.

» Le commerce dont ces matières sont l'objet et plus encore les industries qui les traitent peuvent avoir intérêt à savoir quelle quantité d'eau elles prennent ou conservent dans des circonstances données. J'ai voulu fournir sur ce sujet des renseignements précis qui manquaient. En dehors de leur côté pratique, on trouvera peut-être à mes recherches quelque utilité au point de vue de l'étude générale de la faculté hygroscopique.

» La quantité d'eau que contient une substance hygroscopique, en équilibre d'humidité avec l'air ambiant, est fonction de deux variables : la fraction de saturation de l'air et la température. C'est là une idée familière sans doute aux physiciens et aux chimistes, mais moins répandue qu'on le croirait; car on a souvent cherché à déterminer l'humidité que prend telle ou telle substance sans spécifier la valeur des deux variables dont cette humidité est réellement dépendante.

» Quand donc l'équilibre d'humidité est établi entre un corps hygroscopique et l'air ambiant, il y a, à chaque température, une relation entre l'humidité du corps et la fraction de saturation de l'air, de telle sorte qu'à une valeur donnée de celle-ci corresponde une valeur bien déterminée pour celle-là. C'est cette relation que j'ai étudiée, et voici comment.

» L'équilibre d'humidité entre la substance examinée et l'air ambiant étant atteint, c'est-à-dire les échanges d'humidité qu'ils effectuent d'abord ayant pris fin, on mesure l'humidité de la substance et celle de l'air. On peut, dans ces expériences, procéder de plusieurs façons : 1° amener l'air à son taux d'humidité d'équilibre en le faisant passer à travers un poids relativement considérable de la substance, dont l'humidité ne varie pas sensiblement; 2° ou bien amener la substance à son humidité d'équilibre en en plaçant un faible poids en présence d'air ayant une fraction de saturation connue.

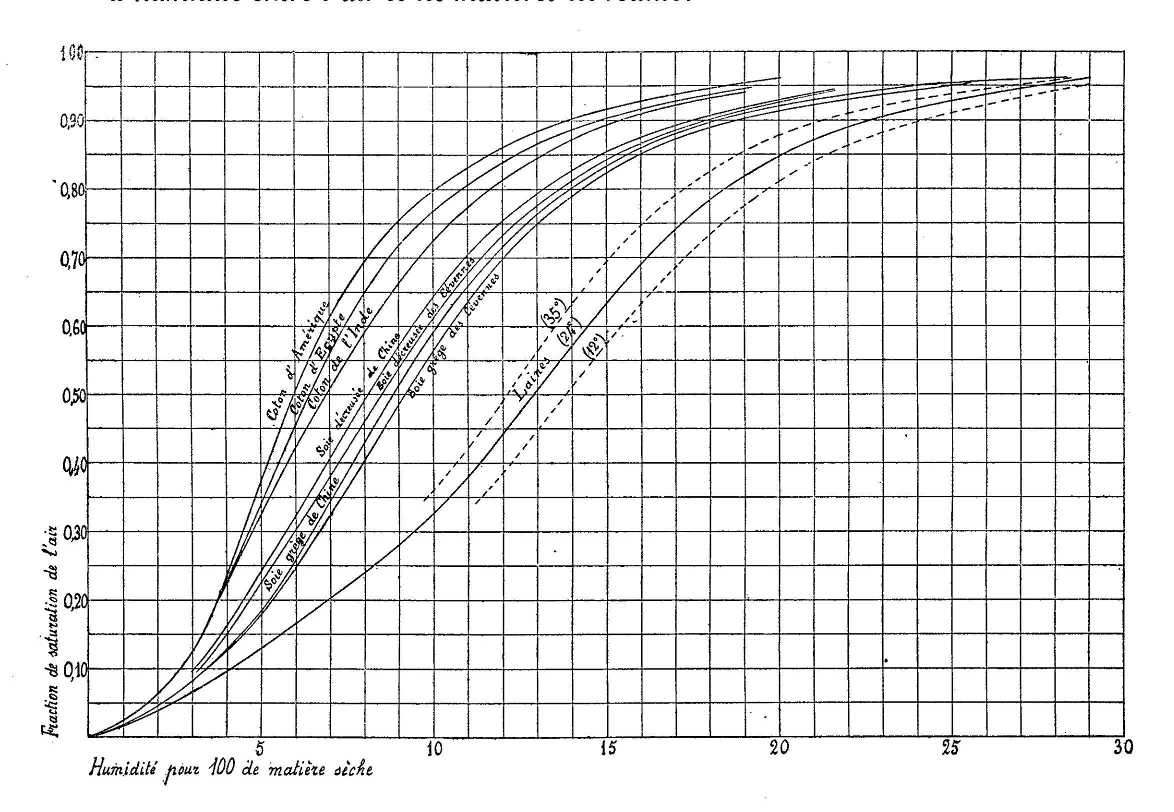
» J'ai réalisé la première méthode à très peu près comme j'ai déjà eu occasion de le faire dans une étude antérieure sur le tabac (*Comptes rendus,* t. CII). Pour l'exécution de la seconde, j'ai maintenu la substance examinée dans des récipients clos, à température constante, en présence d'acide sulfurique contenant des proportions d'eau déterminées, c'est-à-dire en présence d'atmosphères dont la fraction de saturation était parfaitement connue par les expériences de Regnault, jusqu'à ce que la substance ne variât plus de poids. L'humidité de cette dernière était alors

déterminée. Je n'ai employé la seconde méthode que pour faire quelques vérifications, qui, d'ailleurs, ont été très satisfaisantes, de la première. Celle-ci m'a paru préférable et c'est elle qui a fourni tous les résultats qu'on va voir.

» Quant aux températures auxquelles il a été opéré, elles sont restées dans les limites pouvant intéresser la pratique. Les expériences ont été faites au voisinage de 12°, 24° et 35°.

» Je ne puis reproduire ici tous les chiffres obtenus. Je donnerai seulement la représentation graphique d'une partie d'entre eux.

» Les courbes ci-après représentent la relation existant entre le taux pour 100 d'humidité des matières (déterminé par dessiccation à 110°) et la fraction de saturation de l'air ambiant, *quand*, bien entendu, *l'équilibre d'humidité entre l'air et les matières est réalisé*.



» Les expériences ont porté sur les matières textiles les plus importantes : cotons d'Amérique, d'Égypte et de l'Inde (cotons écrus en fil, sans apprêt); laines croisées de Buenos-Ayres et laine mérinos de Port-Philippe

(laines peignées); soies grèges écrues et décreusées des Cévennes et de Chine ([1]).

» Pour chaque échantillon de matière, j'ai obtenu trois courbes correspondant respectivement aux températures de 12°, 24° et 35°; mais, afin de ne pas surcharger la figure, on n'y a marqué que la courbe relative à la température de 24°. Les courbes se rapportant à 12° et 35° sont tracées seulement pour la laine; pour les autres matières, elles encadreraient la courbe de 24° à très peu près de la même façon.

» Toutes les courbes ont même allure générale.

» Les échantillons examinés ont fourni, à 24°, pour le coton, trois courbes distinctes, pour les soies grèges, écrue et décreusée, des courbes deux à deux peu différentes, et pour la laine deux courbes confondues en une seule.

» La température exerce une influence sensible sur l'humidité que prennent les matières textiles en présence d'atmosphères de même fraction de saturation; quand elle augmente, la fraction de saturation restant constante, l'humidité des matières décroît. Mais la décroissance est relativement peu prononcée. Cette faible influence de la température est assez digne d'attention. Elle n'est pas particulière aux matières textiles; on l'a déjà reconnue pour la terre végétale ([2]) et le tabac; elle doit correspondre à une propriété générale des substances hygroscopiques ([3]).

» Les industries textiles, qui mettent constamment les matières traitées en rapport avec l'air humide, semblent devoir tirer quelque parti de la

---

([1]) Les échantillons m'ont été fournis par MM. Seydoux et Cie et MM. Roy frères, qui m'en ont indiqué la provenance en toute certitude. L'un de ces grands industriels m'avait représenté comme très souhaitable que des expériences rigoureuses fussent faites sur les textiles au point de vue qui nous occupe, et tel était aussi le sentiment de M. Persoz, directeur de la condition des soies, laines et cotons de Paris, d'une haute compétence en la matière. De là mes recherches.

M. Chevreul a fait connaître en 1836 (*Comptes rendus*, t. II) des expériences qu'il avait exécutées en vue de déterminer les proportions d'eau que les étoffes absorbent à la température de 20° dans des atmosphères à 65°, 75°, 80° et 100° de l'hygromètre de Saussure. Mais l'emploi de cet hygromètre avait introduit dans les résultats une incertitude assez sérieuse. De plus, M. Chevreul avait laissé entière la question de l'influence de la température dans les échanges d'humidité entre l'air et les matières étudiées. Je ne crois donc pas que ses expériences enlèvent aux miennes l'intérêt qu'elles pourraient présenter.

([2]) Th. Schlœsing père, *Comptes rendus*, t. XCIX.

([3]) Regnault et M. E. Sorel l'ont constatée aussi pour les solutions d'acide sulfurique.

connaissance des résultats qui précèdent. Dans l'application de ces résultats, il ne faudra pas perdre de vue que les relations établies supposent l'équilibre réalisé entre les matières et l'air ambiant; si l'équilibre n'est pas atteint, elles permettront de savoir vers quelle valeur *tend* le taux d'humidité des matières, du moment que l'on connaîtra la fraction de saturation de l'air et la température. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Contribution à l'étude de la pile Leclanché.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Troost.

« Avant d'examiner la pile ordinaire, je considérerai d'abord un cas plus simple, celui d'un élément formé par un barreau de zinc relié à une lame de platine et plongé dans une solution à 10 pour 100 de sel marin. Le circuit étant fermé, on voit, au bout de quelques heures, la partie supérieure du zinc se recouvrir d'une couche d'oxyde; celle-ci s'accroît peu à peu, se dispose en une sorte de draperie qui, partant de la surface du liquide, descend le long du barreau qu'elle enveloppe jusqu'à une certaine hauteur, puis s'étend en une nappe horizontale qui sépare le liquide en deux portions de composition très différente; au-dessus de cette cloison la solution salée est devenue alcaline et ne renferme pas de zinc; au-dessous la liqueur, restée neutre, contient du chlorure de zinc en proportions qui varient avec la durée de l'expérience.

» Or, d'une part, la chaleur de formation de l'oxyde de zinc l'emportant sur celle de l'eau, le zinc décompose ce liquide à froid, mais la réaction est presque immédiatement arrêtée par le dépôt sur le métal d'une couche d'oxyde insoluble et imperméable, et il en est de même avec une solution de sel marin qui ne dissout que des traces d'oxyde de zinc; d'autre part, le système zinc-platine, au contact de l'eau salée, donne lieu à une force électromotrice qui vient provoquer l'électrolyse du sel marin; la séparation de deux molécules de ce chlorure dissous en chlore gazeux et sodium métallique absorberait $-192^{cal},1$, mais l'action du sodium sur l'eau en dégage $+86,2$ et la formation du chlorure de zinc dissous $+112,8$; ces actions secondaires donnent à elles seules $+199^{cal},0$. L'électrolyse du sel marin, dans ces conditions, est exothermique, et le courant qui la produit n'a besoin du concours d'aucune énergie extérieure, aussi la liqueur devient-elle rapidement alcaline au voisinage du platine, pendant que le barreau de zinc est rongé peu à peu.

» Remarquons maintenant que la densité d'une solution à 10 pour 100 de sel marin est 1,073, que celle d'une solution de soude en renfermant moins de 9 pour 100 est inférieure à ce nombre, et que la densité d'une solution de chlorure de zinc le dépasse dès qu'elle en contient 8 centièmes; nous en conclurons que, pendant l'électrolyse, la soude qui se produit au contact de la lame de platine y forme une couche mince qui tend à monter à la surface du liquide, tandis que le chlorure de zinc formé le long du barreau tend à descendre au fond du vase, le mouvement de ces liquides ayant lieu dans le sens suivant lequel circule le courant, et, en effet, on observe que près de la surface, la liqueur devient rapidement alcaline; la soude libre, rencontrant alors du chlorure de zinc auprès du barreau, le décompose et donne de l'oxyde gélatineux qu'on voit apparaître à la partie supérieure du métal; l'électrolyse continuant et la soude se diffusant peu à peu, au-dessous de la surface, dans la partie supérieure du liquide, il se produit graduellement autour du haut du barreau une gaine d'oxyde que ne peut traverser le chlorure de zinc qui se produit contre le métal, car il rencontrerait, du côté de la liqueur, de la soude qui le changerait en oxyde; réciproquement, la soude ne saurait franchir cette cloison sans former du sel marin et de l'oxyde de zinc au contact du chlorure de zinc qu'elle trouve du côté du barreau; le chlorure de zinc coule donc entre la gaine d'oxyde et le barreau lui-même et descend vers la base du vase; là il rencontre une solution salée plus ou moins alcaline, détruit l'alcali libre en formant de l'oxyde de zinc qui tombe au fond du vase, et bientôt la liqueur inférieure, chargée de chlorure métallique, redevient neutre; l'opération continuant, cette couche neutre s'enrichit en chlorure de zinc, la soude qui se produit sur la lame de platine est immédiatement changée en oxyde de zinc sur la portion immergée dans cette couche, et l'oxyde de zinc forme contre elle un enduit plus ou moins adhérent. Enfin, la couche inférieure chargée de chlorure de zinc, se trouvant par sa partie supérieure en contact avec une liqueur alcaline, il en résulte de l'oxyde de zinc; celui-ci rend d'abord opaline la zone du mélange des deux liquides, s'y agglomère ensuite peu à peu, et finit par constituer une nappe horizontale qui n'est que le prolongement et l'épanouissement de la gaine qui enveloppe la partie supérieure du barreau; cette cloison se consolide à mesure que l'opération se prolonge et comme ni la soude ni le chlorure de zinc ne peuvent la traverser sans se décomposer réciproquement, on trouve d'un côté un liquide alcalin et pas de zinc, de l'autre, du zinc dissous, mais pas d'alcali.

» Si l'on remplace la lame de platine par un aggloméré de bioxyde de

manganèse, celui-ci a pour effet, d'une part, de diminuer très notablement la polarisation, de l'autre, de réduire l'épaisseur, et, par suite, la résistance de la couche liquide que le courant doit traverser; aussi les phénomènes sont-ils plus rapides et plus marqués; il en est de même quand on associe au zinc un vase poreux plein du mélange ordinaire de coke et de manganèse et fendu à sa base suivant trois portions de génératrices. Le liquide alcalin qui se forme dans ce vase monte à la partie supérieure, ne peut en sortir par la couche goudronnée qui le ferme, et s'y accumule pendant que le chlorure de zinc se diffuse dans toute la partie du liquide extérieure au vase poreux, où il ne trouve qu'une faible quantité de soude, insuffisante pour le décomposer; quand la solution alcaline intérieure au vase poreux arrive au niveau de la partie supérieure des fentes, elle s'en échappe en filets qui, au contact du chlorure de zinc, forment de l'oxyde qui constitue alors des sortes de cônes creux appuyés au vase poreux; ceux-ci ne tardent pas à s'accroître, à s'élargir par en haut, finalement à se rassembler en une nappe qui se réunit à la gaine d'oxyde entourant la partie supérieure du barreau. Soit avec un aggloméré, soit avec un vase poreux, la forme, la disposition de ces nappes et la composition des liqueurs, au-dessus et au-dessous d'elles, varient beaucoup avec la disposition de la pile; mais, en laissant de côté des détails curieux et intéressants qui ne sauraient trouver place ici, le phénomène est, au fond, toujours le même; la même explication est applicable à tous les cas.

» Il était intéressant d'examiner ce qui se passe quand on substitue au zinc un métal analogue, mais dont la chaleur d'oxydation est assez faible pour qu'il soit sans action sur l'eau à la température ordinaire; tel est le cas du *cadmium*.

» Un système cadmium-platine, plongé dans de l'eau salée à 10 pour 100, donne lieu aussi à une force électromotrice de laquelle résulte l'électrolyse du sel marin; nous savons que la séparation de ce chlorure dissous en ses éléments chlore gazeux et métal absorbe $-192^{cal},4$; d'autre part, l'action du sodium sur l'eau en dégage $+86,2$ et la formation du chlorure de cadmium dissous $+96,2$, ce qui fait en tout $+182,4$. Mais nous devons observer en outre qu'il se produit un sel double $2NaCl, CdCl^2, 3H^2O$ avec dégagement de chaleur et que, de plus, la combinaison de l'hydrogène avec le platine qu'il polarise, en dégage jusqu'à $+17$, d'après les déterminations de M. Berthelot. Par suite, comme dans le cas du zinc, l'électrolyse du sel marin par le couple au cadmium demeure exothermique; la pile montée avec du cadmium devra donc donner lieu à des

phénomènes peu différents de ceux que nous avons observés avec le zinc; c'est ce qui a lieu, en effet, et nous nous bornerons à le constater dans cette Note en renvoyant l'examen détaillé de cet élément à un Mémoire plus étendu. »

CHIMIE. — *Essai d'une méthode générale de synthèse chimique. Formation des corps nitrés*, par M. **Raoul Pictet**.

« Après avoir constaté que les réactions chimiques cessent aux basses températures pour se développer progressivement, et cela dans un *ordre défini* suivant l'échelle montante des températures, nous avons tout naturellement été conduits à appliquer cette méthode pour les synthèses directes des corps.

» Nos premiers essais dans cette direction ont porté sur les dérivés nitrés de la *naphtaline*, du *toluol* et du *phénol*.

» 1° *Synthèse directe de la j-dinitronaphtaline*. — On sait que ce produit est difficile à obtenir à cause des nombreux détours nécessaires pour amener la réaction, laquelle du reste ne donne point un produit pur. On passe forcément par le *dinitro-α-naphthylamine*, corps de transition qui conduit à la *j-dinitronaphtaline* par une opération incomplète, laquelle laisse de nombreux corps étrangers mêlés au corps cherché. Il nous a paru intéressant de voir si, par l'*emploi rationnel des basses températures* et de l'*énergie électrique*, on ne pouvait pas arriver à obtenir directement et sans intermédiaire la j-dinitronaphtaline par le simple mélange des constituants.

» Nous avons fait plusieurs essais successifs qui ont pleinement confirmé nos espérances. Voici comment nous avons opéré :

» On commence par refroidir de — 55° à — 65° un mélange d'acide sulfurique concentré et d'acide nitrique fumant. Le liquide prend à cette basse température une consistance un peu pâteuse. On refroidit à part une poudre de naphtaline finement tamisée jusqu'à — 65°. On laisse tomber par très petites quantités la poudre dans le liquide acide en agitant vivement le mélange. On a soin, naturellement, de laisser dans le puits frigorifique le ballon à réaction, pour soutirer *par rayonnement* la chaleur dégagée par la combinaison.

» Dans les expériences faites, le puits frigorifique est maintenu de — 110° à — 120° pendant tout le temps de l'opération.

» Nous avons trouvé qu'au-dessous de — 60°, il faut utiliser les étin-

celles électriques d'une forte bobine Ruhmkorff pour provoquer la combinaison. Au contraire, vers — 50° à — 55° la réaction commence d'elle-même sans l'emploi de l'étincelle.

» La température critique de cette opération est donc très voisine de — 60°.

» En introduisant d'une seule fois toute la poudre de naphtaline à une température au-dessous de — 60°, et en utilisant l'étincelle électrique comme source d'énergie pour provoquer la réaction, ou bien en jetant par petites quantités très limitées la poudre de naphtaline dans le liquide acide à — 50°, nous avons obtenu les mêmes réactions, soit une très forte proportion de *j-dinitronaphtaline*.

» Voici les résultats comparatifs et moyens de quelques opérations :

j-dinitronaphtaline	46 °/₀
α-nitronaphtaline	22,7 °/₀
α-dinitronaphtaline	31,3 °/₀

» Suivant les poids d'acide utilisés, nous avons trouvé quelquefois de la naphtaline non transformée en excès.

» Plus la température de la réaction est basse, plus le poids relatif de la *j-dinitronaphtaline* l'emporte sur celui des produits parallèles. Aux températures ordinaires, soit même voisines de 0°, en provoquant la même réaction, on n'obtient presque plus d'autre corps que l'*α-nitronaphtaline*. L'influence des basses températures est donc ici remarquablement importante puisqu'elle affirme et fait connaître *la ligne de plus grande pente des affinités chimiques des constituants*, laquelle permet la synthèse immédiate d'un corps impossible à former directement jusqu'ici.

» 2° *Composés nitrés du toluol*. — On sait que le toluol forme deux dérivés isomères lorsqu'on le soumet à l'action de l'acide nitrique, partageant du reste cette propriété avec tous les produits contenant le groupe CH^3 en chaine secondaire. Ces deux produits sont : *l'ortho-nitrotoluène*, liquide aux températures ordinaires et bouillant à +222° et le *para-nitrotoluène*, solide jusqu'à + 54° et bouillant à + 237°. Ces deux produits sont difficiles à séparer par rectification à cause du voisinage de leur point d'ébullition.

» Un des deux groupes doit sûrement correspondre *à la ligne de plus grande pente des affinités chimiques*. En opérant à température basse nous verrons quel est ce groupe. La loi chimique déterminant la position des groupes entrant dans le noyau suivant la composition moléculaire déjà existante *est formelle*, nous ne pouvions guère nous attendre à voir inter-

venir d'autres groupements atomiques, mais bien une différence dans *le poids* des produits obtenus.

» Nous avons fait deux séries d'expériences parallèles, l'une à 0° et l'autre à — 55°. Dans ces expériences nous avons laissé tomber goutte à goutte la solution de toluol refroidie dans le mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique.

» Si nous représentons par 1 le poids de *para-nitrotoluène* obtenu à 0°, nous trouvons 5,5 pour le poids du *même corps* obtenu à — 55°. Nous voyons donc que le groupe *para* est celui qui correspond aux affinités premières des constituants.

» 3° La troisième série d'expériences a été faite sur les produits de la *nitrification du phénol* avec le secours de l'étincelle électrique. Afin de bien constater l'effet spécifique des basses températures dans ces réactions, nous avons commencé par déterminer expérimentalement la température à laquelle la *réaction en masse* des deux produits a encore lieu, soit la température critique. Par une série d'essais, nous avons trouvé une température de — 65°.

» Faisant fonctionner l'étincelle électrique jaillissant dans le mélange, nous avons provoqué la réaction totale des deux corps sans permettre aucune *élévation apparente* de température. Les enveloppes du puits frigorifique étaient maintenues de — 110° à — 120° pendant tout le temps de l'opération. Le rayonnement soutirait à chaque instant la chaleur de combinaison dégagée dans le sein du mélange.

» Nous avons alors comparé les deux groupes *para* et *ortho* en poids et avons trouvé qu'à — 65° le poids du *para-nitrophénol est cinq fois plus considérable* qu'à — 40°.

» En passant par le *dinitrobenzol* et le *métanitraniline* sous l'action de l'hydrogène sulfuré dans une solution ammoniacale, puis en diazotant le métanitraniline, les réactions obtenues et conduites à basses températures ont donné un rendement *double* comparativement aux résultats des opérations similaires faites à la température ambiante.

» *Résumé*. — Nous voyons par ce qui précède que toutes les *nitrifications* de la *naphtaline,* du *phénol* et du *toluol* sont profondément modifiées par l'emploi méthodique des basses températures, conjointement à l'utilisation des énergies électriques introduites de l'extérieur. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la stéréochimie des composés maliques, et sur la variation du pouvoir rotatoire des liquides.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les dérivés de l'acide malique fournissent aisément des corps qui font exception à la règle du produit d'asymétrie.

» *Acide acétylmalique* $C^6O^6H^8$. — En projetant dans l'eau l'anhydride correspondant ci-dessous décrit, il y a dissolution avec élévation de température, puis prise en masse s'il y a peu d'eau (50 pour 100 environ). Le corps cristallisé qui résulte de cette prise en masse est l'éther acétique de l'acide malique; car, après dessiccation dans l'air sec, $1^{gr},210$ de cette substance neutralise $13^{cc},8$ de potasse caustique à 47^{gr} par litre, ce qui donne, pour poids moléculaire, $176 = C^6H^8O^6$.

» *Propriétés.* — Ce corps fond à 139°. Il est très soluble dans l'eau chaude. Vers 50°, 10^{cc} d'eau en dissolvent aisément 20^{gr}, et la solution observée sous une épaisseur de 5^{mm} dévie à gauche de $-0°34'$; la déviation baisse à $-0°28'$ pour une dissolution sursaturée vers la température de 20°. En solution étendue (1^{gr} d'anhydride dans 10^{cc} d'eau), la déviation vers 15°, pour une longueur de $0^m,20$, reste lévogyre et égale à $-2°8'$. Pour une dissolution deux fois plus faible, on trouve $-1°5'$ dans les mêmes conditions. Ces expériences montrent que la déviation spécifique $[\alpha]_D$ est comprise entre $-10°$ et $-11°$, quelle que soit la dilution. En appliquant à l'acide acétylmalique le raisonnement qui a servi à définir le sens du pouvoir rotatoire de l'acide malique, on conclut que le premier est lévogyre comme le second. D'après le produit d'asymétrie, le pouvoir rotatoire de ces composés devrait être de signe contraire. Il y a lieu d'insister sur ce cas; car, au point de vue stéréochimique, il offre une particularité; les quatre radicaux groupés aux sommets du tétraèdre sont : H, CO^2H, OH et CH^2CO^2H dans l'acide malique; ils sont : H, CO^2H, $C^2H^3O^2$ et CH^2CO^2H dans l'acide acétylmalique. Le changement de OH en un groupe plus lourd $C^2H^3O^2$ entraîne un changement de signe du pouvoir rotatoire; il y aurait un second changement de signe qui ramènerait au signe de l'acide malique le sens de la rotation du corps substitué, si $C^2H^3O^2$ était plus lourd que CH^2CO^2H. Mais ces deux radicaux ont même poids. Pour résoudre une telle difficulté, on sait qu'il faut invoquer une nouvelle hypothèse, la considération des bras de levier. Or,

dans CH^2COOH le radical le plus éloigné OH pèse 17, dans le groupe éthérifié $OCOCH^3$, le radical le plus éloigné CH^3 pèse 15, tout devrait donc se passer comme si le radical CH^2CO^2H était plus lourd que son isomère. Encore une fois, il n'en est rien.

» *Acétylmalates*. — Ces composés sont en général solubles dans l'eau, à l'exception du sel ferrique et du sel d'argent. L'acétylmalate neutre de potasse dévie à gauche; il en est de même du sel de baryte obtenu en neutralisant l'acide par le carbonate de baryte. La déviation paraît indépendante de la nature de la base; elle correspond pour ces deux sels à $-0°15'$ pour 1^{gr} d'anhydride neutralisé, dissous dans 20^{cc} et observé sur une longueur de $0^m,20$.

» *Anhydride acétylmalique*. — En attaquant l'acide malique gauche par le chlorure d'acétyle, on obtient aisément, après distillation de l'excès de chlorure, une masse solide qui, broyée et lavée à l'éther sec, donne l'anhydride acétylmalique $C^6H^6O^5$; $1^{gr},081$ de ce corps est neutralisé par $13^{cc},5$ de KOH à 47^{gr} par litre, ce qui correspond à un poids moléculaire de 160 (théorie 158).

» De plus, si l'on saponifie par un excès d'eau à 140° la liqueur ainsi neutralisée, elle redevient acide et titre $6^{cc},7 = \frac{13,5}{2}$. Le corps analysé renferme donc bien une molécule d'acide acétique combinée à une molécule d'acide malique bibasique.

» *Propriétés*. — L'anhydride acétylmalique est un corps blanc nacré, fusible à 59°. A l'état de fusion, vers 60°, il dévie à gauche de $-1°40'$ pour une épaisseur de 5^{mm}; en surfusion vers 25° la déviation tombe à $-1°15'$.

» A l'inverse de ce qui se passe pour l'anhydride acétyltartrique, l'anhydride acétylmalique dévie la raie D dans le même sens que l'acide correspondant, malgré la parenté des composés tartriques et des composés maliques.

» *Variation du pouvoir rotatoire*. — Dans ce corps qui, cristallisé et fondant à point fixe, présente tous les caractères d'un composé nettement défini, je retrouve la propriété que j'ai déjà signalée pour d'autres corps organiques (¹), savoir une variation considérable du pouvoir rotatoire sous l'influence d'une minime variation de température; je n'ai donc pas à modifier mes conclusions antérieures. M. Aignan a confirmé mes résultats

---

(¹) *Comptes rendus*, février 1893 : Action de la température sur le pouvoir rotatoire.

en opérant sur des mélanges et il a montré, après Biot, que le sens du pouvoir rotatoire dépend de la nature des radiations ([1]); mais il a conclu que j'ai opéré sur des mélanges ou que mes liquides se sont polymérisés. Je regrette d'être obligé de répéter que j'ai opéré sur les corps mêmes qui ont servi à M. Guye. Si ces corps sont des mélanges, les bases expérimentales sur lesquelles cet auteur a établi le produit d'asymétrie sont alors en défaut; s'ils se polymérisent, on se demande ce que devient le tétraèdre sur lequel est fondée une théorie restreinte aux espèces liquides depuis mes objections; encore faut-il excepter les anhydrides.

» Avant M. Aignan, M. Friedel m'avait reproché de méconnaître les travaux de M. A. de Bæyer et de ne pas tenir compte de la liaison mobile ([2]). Je ne pense pas que l'on doive confondre l'étude des acides hydro-téréphtaliques, corps inactifs, avec la stéréochimie des corps actifs dont je m'occupe exclusivement. Le travail magistral de M. Bæyer est original et complet, et la figure géométrique adoptée par lui permet de calculer, sans hypothèse nouvelle, le nombre des isomères téréphtaliques; c'est dire que l'illustre savant ne s'est pas servi de la liaison mobile, singulière théorie qui exige que l'on connaisse d'abord les faits afin de limiter par la Chimie les propriétés des figures géométriques ([3]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un chlorobromure de fer.* Note de M. C. LENORMAND, présentée par M. Henri Moissan.

« Les combinaisons formées par un métal uni simultanément à plusieurs éléments halogènes ne sont connues qu'en nombre relativement restreint.

([1]) *Comptes rendus*, avril 1893, p. 725. Je m'occupais aussi de l'influence des radiations; car si le pouvoir rotatoire d'un corps change de signe quand la radiation passe du jaune au vert, par exemple, il doit en être de même pour tous les dérivés de ce corps, en vertu du produit d'asymétrie; et un tel effet me paraît peu probable.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 351.

([3]) *Exemple.* — Considérons un prisme triangulaire dont les bases ont toutes deux pour sommets H, H et Br. On aura des prismes d'aspect différent selon que les atomes de brome seront ou ne seront pas sur une même arête du prisme. Ajoutons qu'une telle figure représente le bromure d'éthylène. Comme on ne connaît en Chimie qu'un seul bromure d'éthylène, *il faut*, disent les partisans de la liaison mobile, que ces prismes d'aspect différent se réduisent à un seul et que les bases du prisme soient mobiles autour de l'axe de la figure de façon qu'elles reviennent toujours à l'unique position d'équilibre fixée par nos connaissances chimiques actuelles! *Voir* LE BEL, *Conférence de la Soc. chim.*, p. 128; 1889-1892.

J'ai entrepris d'en étudier quelques-unes. Je décrirai aujourd'hui un chlorobromure obtenu en faisant agir le brome, soit sur le protochlorure de fer anhydre, soit sur le protochlorure de fer hydraté.

» 1° *Combinaison du brome avec le protochlorure de fer anhydre.* — A la température normale, le brome agit très lentement sur le protochlorure de fer anhydre. Une combinaison s'effectue, mais avec une telle lenteur qu'elle n'est pas encore terminée après un mois de contact.

» Lorsqu'on opère en tube scellé et aux températures voisines de 100°, le résultat varie avec la proportion de brome employé. Si l'on ne fait pas intervenir plus d'un équivalent de brome pour deux molécules de protochlorure de fer (Br pour 2FeCl), le brome est fixé, mais on ne voit pas apparaître de cristaux; le tube renferme, après l'expérience, un liquide rouge brun. Au contraire, si l'on opère avec un excès de brome (10^{cc} pour 2^{gr} environ de protochlorure de fer), au bout de vingt-quatre heures, on voit des cristaux commencer à se former par sublimation sur la partie du tube non baignée par la substance primitive; par quarante-huit heures de réaction, la quantité du produit a beaucoup augmenté; après cinq jours, tout le protochlorure de fer se trouve transformé en un produit volatil et cristallisé, que le brome en excès ne dissout pas.

» Dans le produit ainsi obtenu et préalablement débarrassé du brome non combiné par un courant d'acide carbonique sec, le fer a été dosé à l'état de sesquioxyde; pour le brome et le chlore la méthode de H. Rose, c'est-à-dire celle qui consiste à calculer le brome par la perte qu'éprouve un mélange de chlorure et de bromure d'argent traité par un courant de chlore sec, a été appliquée en premier lieu.

» Voici les résultats :

	Calculé Fe^2Cl^4Br.	Trouvé.		
Fe	27,05	27,25	27,19	27,13
Br	38,65	39,09	38,69	38,80
Cl	34,30	33,61	33,98	34,03
	100,00	99,95	99,86	99,96

» La méthode de H. Rose, où le brome est seul dosé directement, peut entraîner à des erreurs, le moindre écart dans le dosage du brome faisant varier en sens contraire celui du chlore que l'on calcule par différence; quelques irrégularités dans des dosages non cités ici m'ont porté à la con-

trôler. La méthode de Berglund ([1]), où le brome et le chlore sont dosés séparément, m'a donné de bons résultats lorsque les indications de ce chimiste sont suivies rigoureusement. Les chiffres qu'elle m'a fournis sont les suivants :

	Calculé Fe^2Cl^2Br.	Trouvé.		
Fe........	27,05	27,08	27,08	26.08
Br..........	38,65	38,48	37,96	38,83
Cl..................	34,30	34,41	34,86	33,94
	100,00	99,97	99,90	99,85

» La combinaison répond donc bien à la formule Fe^2Cl^2Br.

» Les cristaux de chlorobromure ferrique sont de couleur foncée et d'aspect mordoré; ils sont verts par réflexion et complètement opaques, même examinés au microscope sous la plus faible épaisseur. Pour cette raison, et aussi à cause de leur avidité pour l'eau, il n'a pas été possible de déterminer leur système cristallin.

» Vus rapidement au microscope dans un liquide qui les dissout peu, comme la vaseline fluide, ils apparaissent sous la forme de petites tablettes à six pans, les rapprochant de la forme hexagonale parfaite. La mesure des angles faite promptement, avant la déformation des côtés par le liquide ambiant, a donné des nombres très voisins de 120° ([2]).

» Ce composé est très déliquescent et très soluble dans l'eau; la dissolution dans très peu d'eau entraîne un dégagement de chaleur important. Il se dissout également dans l'alcool et l'éther; ce dernier dissolvant permet d'en reconnaître rapidement la pureté, le protochlorure de fer anhydre y étant insoluble. Le chloroforme, la benzine et le toluène dissolvent notablement le chlorobromure ferrique; le sulfure de carbone ne paraît pas le dissoudre, cependant il se colore en jaune très clair. Enfin, ce composé est dissociable par la chaleur; déjà, à la température ordinaire, il tend à perdre un peu de brome, mais à la température d'un bec Bunsen il le perd entièrement, fond, et laisse un résidu de protochlorure de fer anhydre. Il est cependant aisément sublimable quand on le chauffe en tube scellé avec un léger excès de brome; c'est ainsi qu'on l'obtient le plus nettement cristallisé.

([1]) *Zeitsch. für anal. Chemie*, t. XXIV, p. 184.

([2]) Je dois ces observations à l'obligeance de M. Wyrouboff.

» 2° *Combinaison du brome avec le protochlorure de fer hydraté.* — Le brome versé dans une solution parfaitement neutre de protochlorure de fer y disparaît rapidement et la liqueur s'échauffe fortement. Si on laisse pendant huit jours cette solution de protochlorure de fer en présence du brome et qu'on enlève ensuite l'excès non combiné de ce dernier, en abandonnant le tout sous une cloche avec une solution concentrée de soude, on a une liqueur tenant en dissolution le composé Fe^2Cl^2Br. Tout au moins, l'analyse qui en a été faite au moment même où elle venait de perdre l'odeur du brome correspond à cette composition. Le fer ayant été dosé comme précédemment et les halogènes par la méthode de Berglund, le rapport des éléments Br, Cl, Fe a été trouvé le même que celui existant dans le composé Fe^2Cl^2Br.

» La solution de chlorobromure ferrique est d'un rouge très foncé lorsqu'elle est concentrée, jaune quand elle est étendue. Elle est acide et tient en dissolution de l'oxyde de fer à l'état colloïdal. Les faits montrent que le composé Fe^2Cl^2Br foncé d'abord, ainsi que le prouvent les données analytiques, est décomposé par l'eau aussitôt après sa formation. D'ailleurs la liqueur dissout abondamment le sesquioxyde de fer récemment préparé. A l'air libre et déjà après une semaine d'exposition, elle perd du brome.

» Je me propose de déterminer les conditions de réaction de l'eau sur le chlorobromure ferrique [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les sucrates de chaux.* Note de M. **P. Petit.**

« Les quantités de chaux dissoutes par un liquide sucré varient avec la température, la durée de contact et la concentration; de plus, comme l'a montré M. Berthelot (*Annales de Chimie et de Physique*, (3), t. XLVI), il faut tenir compte de la chaux dissoute par l'eau, comme si celle-ci était seule.

» On peut arriver à une action rapide et mesurable au calorimètre, en employant des dissolutions qui contiennent respectivement par litre 1 molécule $CaCl^2$, 1 molécule saccharose et 2 molécules de soude. On mélange dans le calorimètre les deux premières et l'on y verse une quantité équivalente de soude. En tenant compte de la chaleur dégagée par la précipitation de l'hydrate de chaux et de l'action du sucre sur le chlorure de

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Jungfleisch à l'École de Pharmacie de Paris.

sodium, on a trouvé vers 7°

$$Ca(OH)^2 \text{ sol.} + C^{12}H^{22}O^{11} \text{ diss.} = CaO, C^{12}H^{22}O^{11} \text{ diss.} \ldots\ldots\ldots \quad +7^{Cal},2$$

et

$$2Ca(OH)^2 \text{ sol.} + C^{12}H^{22}O^{11} \text{ diss} = C^{12}H^{22}O^{11}, 2CaO \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +11^{Cal},7$$

» En ajoutant encore de la soude, de manière à faire réagir 3 molécules CaO sur 1 molécule de sucre, il n'y a plus de phénomène thermique, ni de chaux dissoute, sauf par l'eau.

» On peut donc en conclure que, à la température ordinaire, il existe seulement deux sucrates de chaux

$$C^{12}H^{22}O^{11}, CaO \quad \text{et} \quad C^{12}H^{22}O^{11}, 2CaO.$$

» Il est d'ailleurs fort difficile d'arriver jusqu'au sucrate à 2 molécules de chaux, par l'action directe du sucre sur la chaux, soit solide, soit précipitée par le mélange de solutions équivalentes de chlorure de calcium et de soude; l'action dépend alors nettement de la concentration et du temps de contact.

» Cependant, c'est bien encore le sucrate bicalcique qui se forme; en faisant réagir le sucrate monocalcique dissous dans 5^{lit} par molécule, sur un excès d'hydrate de chaux précipité dans le calorimètre, il s'est dissous en quelques minutes $7^{gr},2$ de chaux, abstraction faite de celle qui aurait été dissoute par l'eau seule, et avec un dégagement de chaleur de $0^{Cal},58$; or, si l'on rapporte ce chiffre à ce que l'on aurait obtenu, si 1 molécule de CaO avait été dissoute, on trouve

$$C^{12}H^{22}O^{11}, CaO \text{ dissous} + Ca(OH)^2 \text{ sol.} = C^{12}H^{22}O^{11}, 2CaO \text{ diss.} \ldots\ldots \quad +4^{Cal},5$$

nombre identique à celui trouvé directement.

» D'ailleurs, si l'on fait réagir des liqueurs sucrées de plus en plus concentrées sur un excès de chaux précipitée immédiatement, et cela pendant le même temps (six heures) et à la même température, on trouve pour les quantités de chaux dissoutes par 1 molécule de sucre :

1 molécule de sucre dans (litres)	Chaux dissoute. (gr)
20	56,07
10	56,10
8	56,14
6	59,2
5	63,15
4	70,24
3	78,88
2	88,06
1,5	93,28

» Si l'on construit une courbe ayant pour abscisses les volumes de la solution sucrée et pour ordonnées les quantités de chaux, on reconnaît en prolongeant la courbe que, pour une concentration infinie, on aurait sensiblement 2 molécules de chaux dissoute.

» Le Tableau précédent montre de même que, pour des solutions très étendues jusqu'à 4 pour 100 de sucre, il se forme à peu près uniquement du sucrate monocalcique.

» Le sucrate monocalcique peut se combiner au saccharose; en effet, si, à une dissolution de ce sucrate, on ajoute, par molécule, 1, 2, ..., 8 molécules de sucre dissous, on obtient les dégagements de chaleur suivants :

			Cal
$C^{12}H^{22}O^{11}, CaO +$	$C^{12}H^{22}O^{11}$ diss	....	+1,68
$CaO, C^{12}H^{22}O^{11}$	$+ 2C^{12}H^{22}O^{11}$ diss	....	+2,8
$CaO, C^{12}H^{22}O^{11}$	$+ 3C^{12}H^{22}O^{11}$ diss	....	+3,1
»	+5 »	....	+2,9
»	+7 »	....	+3,1

c'est-à-dire que, à partir de $C^{12}H^{22}O^{11}, CaO + 3C^{12}H^{22}O^{11}$, on a des dégagements de chaleur sensiblement constants. On a tenu compte de la dilution du sucre et de l'action thermique du sucre sur le chlorure de sodium, mélangé au sucrate. Cette dernière est très faible, $0^{Cal},16$ par molécule.

» Il y a donc une combinaison $C^{12}H^{22}O^{11}, CaO + 3C^{12}H^{22}O^{11}$ formée avec dégagement de $3^{Cal},1$.

$$C^{12}H^{22}O^{11}, CaO \text{ diss.} + 3\,C^{12}H^{22}O^{11} \text{ diss.}$$
$$= (C^{12}H^{22}O^{11}, CaO + 3\,C^{12}H^{22}O^{11}) \text{ diss} \ldots\ldots \quad 3^{Cal},1.$$

» Il est fort difficile de passer de là aux corps solides, ceux-ci ne pouvant guère s'obtenir sans altération. En effet, dans le but de préparer le sucrate tricalcique décrit par les auteurs, j'ai chauffé à 100° un sucrate dissous contenant 19,2 pour 100 de chaux; le coagulum a été essoré et séché à 110° dans l'air privé de CO^2 et ce produit sec contenait 24,6 pour 100 de chaux, c'est-à-dire qu'il avait la composition du sucrate bicalcique. Cependant ce corps était très peu soluble dans l'eau, 1 pour 100 environ à 15°, et le résidu non dissous avait la même composition que le corps primitif, ce qui montre qu'on n'avait pas affaire à un mélange; cependant, il est impossible de le considérer comme identique au sucrate très soluble obtenu précédemment à l'état dissous. D'ailleurs, dissous dans HCl en excès, il a dégagé $33^{Cal},6$ pour 1 molécule de chaux,

ce qui fournirait pour la chaleur de formation du sucrate bicalcique solide

$$2\,Ca(OH)^2 \text{ sol} + S \text{ dis} = S\,2\,CaO \text{ sol} \ldots\ldots \quad 5^{Cal},4.$$

» Il faudrait admettre, pour la chaleur de dissolution, $+17^{Cal},1$, alors qu'on trouve directement $+2^{Cal},7$; on doit donc admettre que la chaleur a modifié gravement la composition des sucrates, probablement parce que la chaux agit sur le saccharose comme elle le fait sur le maltose ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un ferment soluble nouveau dédoublant le tréhalose en glucose.* Note de M. **Em. Bourquelot**, présentée par M. Moissan.

« Les recherches que je poursuis depuis plusieurs années sur les matières sucrées contenues dans les champignons ont établi jusqu'ici : 1° que la présence de tréhalose dans ces végétaux est à peu près générale; 2° que le tréhalose ne se forme que lorsque les champignons commencent à produire leurs spores; 3° que ce sucre est localisé dans le tissu plus particulièrement végétatif du fruit ou *sporophore;* 4° qu'il disparaît peu à peu durant la maturation; 5° enfin, que, le plus souvent, le glucose, autre matière sucrée qu'on rencontre également dans les champignons, ne peut être décelé que lorsque le tréhalose a déjà fait son apparition et s'y retrouve encore lorsque celui-ci a disparu ([2]).

» En raison de ce dernier fait, il y avait lieu de se demander si glucose et tréhalose n'ont pas entre eux d'étroites relations de présence, si le premier ne provient pas du second à la suite d'un dédoublement analogue, par exemple, à celui du saccharose qui se produit dans certaines plantes, sous l'influence d'un ferment inversif.

» Il existe, en effet, un ferment soluble possédant la propriété de dédoubler le tréhalose en glucose. Je l'ai rencontré, pour la première fois, dans une moisissure l'*Aspergillus niger,* qui d'ailleurs renferme, à certains moments de son existence, d'assez fortes proportions de tréhalose.

» Pour obtenir ce ferment, on cultive la moisissure sur du liquide de Raulin. Lorsque la culture est couverte de fructifications, on l'enlève après en avoir lavé la face inférieure avec de l'eau distillée. On la broie avec du

---

([1]) Laboratoire de Chimie agricole de la Faculté des Sciences de Nancy.

([2]) Ces conclusions sont développées dans un Mémoire publié récemment dans le *Bulletin de la Société mycologique de France,* t. IX, p. 60; 1893.

sable sec, on met le tout dans de l'alcool à 95°, et on laisse en contact cinq à six heures. On jette sur un filtre, on essore entre des feuilles de papier à filtrer et l'on fait sécher dans le vide. Quand la dessiccation est complète, on broie la masse avec de l'eau distillée pour dissoudre le ferment, on laisse macérer quelque temps, on exprime, on filtre, et l'on précipite le liquide filtré par l'alcool. Le précipité est ensuite recueilli sur un filtre, lavé à l'alcool et desséché dans le vide.

» Si l'on désire simplement avoir à sa disposition une solution de ferment, on siphone le liquide de culture quand la moisissure est en pleine fructification, et l'on remplace celui-ci par de l'eau distillée. Le ferment se répand dans l'eau sous-jacente qui le dissout, et, au bout de deux ou trois jours, on a une solution très active qui, après filtration, est d'une limpidité parfaite.

» Le ferment ainsi préparé détermine le dédoublement complet du tréhalose en glucose (dextrose), ce qui m'a permis de confirmer à nouveau la constitution de ce sucre qui est bien un diglucose. Le pouvoir réducteur et le pouvoir rotatoire du sucre issu du dédoublement sont identiques, en effet, à ceux que l'on obtient par le calcul, en supposant que la réaction se fait d'après l'équation $C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O = 2C^6H^6O^6$ et que le sucre formé est du dextrose.

» Si l'on fait agir en même temps une même quantité de solution du ferment sur des poids égaux de tréhalose du *tréhala* et de tréhalose des *champignons;* si ensuite, à l'aide du polarimètre, on suit le processus fermentaire dans chacune des solutions, on constate que ce processus est le même dans les deux cas, ce qui est une nouvelle preuve de l'identité des deux sucres.

» Il y avait intérêt à rechercher si le ferment du tréhalose était bien un ferment particulier et, pour cela, il fallait examiner comparativement les ferments solubles des hydrates de carbone. C'est ce que j'ai fait tout d'abord pour l'invertine de la levure, la diastase de la salive, l'émulsine des amandes, et j'ai constaté qu'aucun d'eux n'exerce d'action sur le tréhalose. Le ferment qu'on retire de l'*Aspergillus* est donc différent de ces derniers.

» Mais le produit dont j'ai donné la préparation n'agit pas seulement sur le tréhalose, il dédouble encore le maltose. Cette seconde propriété que j'ai fait connaître en 1883 conduisait aux deux hypothèses suivantes : ou bien l'*Aspergillus* ne sécrète qu'un seul ferment qui agit sur les deux sucres, ou bien il en sécrète deux ayant chacun une activité propre.

» A supposer que la seconde hypothèse fût conforme à la réalité des faits, on pouvait d'abord essayer de séparer les deux ferments par précipitations successives; mais les tentatives que j'ai faites dans cette direction à l'aide de l'alcool n'ont rien donné de positif.

» Je me suis adressé alors à la chaleur, les ferments solubles étant, comme on sait, détruits à des températures différentes. Or, si l'on élève peu à peu la température de la solution des deux ferments présumés, voici ce que l'on observe.

» A partir de 53°, l'activité de cette solution à l'égard du tréhalose diminue et elle est complètement détruite vers 63°. Au contraire, son activité, relativement au maltose, persiste en totalité jusque vers 64°; elle va ensuite en diminuant et ce n'est qu'entre 74° et 75° qu'elle disparaît.

» Il ne semble donc pas douteux que la solution renferme deux ferments distincts et l'on est fondé à admettre que le ferment qui dédouble le tréhalose est une espèce nouvelle. C'est pour cela que, le ferment du maltose ayant reçu le nom de *maltase*, je propose d'appeler *tréhalase* celui du tréhalose. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'appareil circulatoire de la* Mygale cæmentaria, *Walck.* Note de M. **Marcel Causard**, présentée par M. Edm. Perrier.

« L'appareil circulatoire des Aranéides tétrapneumones a, jusqu'à ce jour, été fort peu étudié. A ma connaissance, les seuls auteurs qui s'en soient occupés sont Dugès, qui, dans l'édition illustrée du *Règne animal* de Cuvier, a figuré le cœur de la *Mygale maçonne* (*Nemesia cæmentaria*), et M. Blanchard qui, après avoir indiqué sommairement les résultats obtenus sur la *Mygale* (*Theraphosa*) *Blondii,* dans les *Comptes rendus de l'Académie* (t. XXXIV, 1852), a représenté l'appareil circulatoire de cette Araignée dans son *Organisation du Règne animal* (Arachnides, Pl. XV et XVI).

» N'ayant pas à ma disposition de grandes Mygales américaines, j'ai dû me contenter de nos modestes *Mygales maçonnes* de Provence. Je ne m'occuperai, dans cette Note, que de la partie de l'appareil circulatoire renfermée dans l'abdomen, c'est-à-dire du cœur et des vaisseaux qui y aboutissent ou qui en partent.

» Le cœur de la Mygale maçonne ressemble beaucoup à celui des autres Araignées. Enveloppé d'un péricarde, il est placé dans la partie dorsale de l'abdomen, immédiatement sous les téguments. Sa partie antérieure

s'atténue pour constituer l'aorte, qui pénètre dans le pédoncule et va se ramifier dans le céphalothorax. A sa partie postérieure, il diminue également de grosseur, puis se termine en se bifurquant. Sa section transversale n'est pas circulaire, mais présente un angle à sa partie inférieure, le cœur étant comme caréné à sa face inférieure. Quatre paires d'éminences latérales s'observent sur cet organe. Les *antérieures,* qui correspondent à la courbure du cœur, sont assez peu marquées; les suivantes, que j'appellerai *intermédiaires,* le sont bien plus, ainsi que les troisièmes (*moyennes*); enfin les *postérieures,* placées près de l'extrémité du cœur, sont beaucoup moins fortes. Chacune de ces huit éminences est percée d'un orifice faisant communiquer la cavité péricardique avec l'intérieur du cœur. Il y a donc aussi quatre paires de ces orifices, tandis que les Aranéides dipneumones n'en possèdent que trois paires, et moins dans quelques cas très rares. Ce nombre quatre a, du reste, été indiqué par M. Blanchard pour la *Mygale Blondii.* Les orifices antérieurs sont placés sur les côtés du cœur; les intermédiaires sont un peu plus avancés sur la face dorsale; enfin, les moyens et les postérieurs sont presque complètement dorsaux, et alors les deux orifices d'une même paire ne sont séparés l'un de l'autre, sur la ligne médiane, que par une largeur assez faible de tissu. Comme les éminences correspondantes, les orifices intermédiaires et moyens sont beaucoup plus développés que les antérieurs, et surtout que les postérieurs. Les deux bords de chaque orifice sont constitués par des faisceaux musculaires puissants, qui dessinent nettement ces bords.

» D'après M. Blanchard, le cœur de la *Mygale Blondii* est partagé en cinq chambres. Chez la *Mygale maçonne,* pas plus du reste que chez les Aranéides dipneumones, cette division en chambres n'existe pas. Si l'on examine l'intérieur du cœur, on voit que les deux lèvres de chaque orifice sont recourbées de manière à faire notablement saillie à l'intérieur du cœur en s'appliquant l'une contre l'autre. Les angles internes des deux orifices d'une même paire sont seulement réunis l'un à l'autre, à l'intérieur de l'organe, par un raphé légèrement saillant, et produit par les muscles qui circonscrivent ces orifices; sur le plancher du cœur, un pareil raphé est encore bien moins visible. Cette disposition est celle des orifices intermédiaires et moyens; elle est encore bien plus atténuée pour les antérieurs et les postérieurs. Les *replis valvulaires* qui, d'après Dugès, cacheraient les origines des vaisseaux, n'existent pas non plus. Le cœur ne forme donc qu'une seule chambre, présentant quatre élargissements.

» Quant aux vaisseaux, Dugès se borne à dire que « le cœur donne des » branches en avant et sur les côtés ». M. Blanchard figure quatre paires

de vaisseaux *pneumo-cardiaques*, ramenant le sang des poumons au cœur, et trois paires d'artères partant du cœur. Il n'existe que deux paires de vaisseaux pneumo-cardiaques, ou veines pulmonaires; ils sont constitués par des prolongements du péricarde. Ceux de la paire antérieure recueillent le sang des poumons antérieurs et s'ouvrent dans le péricarde en face des orifices antérieurs du cœur, ceux de la paire postérieure reçoivent le sang des poumons postérieurs et débouchent à la hauteur des orifices intermédiaires. Plus en arrière, le péricarde présente bien des prolongements, mais qui forment seulement des ligaments reliant le cœur aux téguments dorsaux.

» Quant aux vaisseaux qui amènent le sang du cœur, nous distinguerons les suivants. Au niveau des orifices moyens du cœur, naît, à la face inférieure de cet organe, une paire de grosses artères latérales qui se ramifient abondamment et irriguent la partie antérieure de l'abdomen. Elles sont séparées l'une de l'autre à leur origine par deux ligaments hypocardiaques. Au-dessous des orifices postérieurs naissent, comme les précédentes, deux autres artères latérales d'assez faible diamètre, et, entre les origines de celles-ci, se détache du cœur un tronc volumineux qui se dirige verticalement. Il donne bientôt en arrière une branche que je considère comme correspondant à l'artère caudale des autres Aranéides; puis, arrivée à la face supérieure de l'intestin, près de la partie postérieure de la poche stercorale, cette grosse artère se divise en deux branches qui passent l'une à droite et l'autre à gauche du tube digestif, et se ramifient pour irriguer la région postérieure de l'abdomen. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la pression des gaz sur le développement des végétaux.* Note de M. **Paul Jaccard** [1], présentée par M. Duchartre.

« Comme complément de ses belles recherches relatives à l'influence de la pression barométrique sur les phénomènes de la vie, Paul Bert a étudié l'action de la pression sur la germination des graines. Il en conclut que la pression n'agit que par la tension de l'oxygène et par les changements qui en résultent dans les phénomènes chimiques de la nutrition [2]. D'a-

---

[1] Ce travail a été fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne sous la direction de M. Gaston Bonnier.

[2] *Biblioth. des Hautes Études* (*Sect. Sc. nat.*, t. X, p. 121-126, 1874). Voyez

près lui le phénomène est le même chez les végétaux et chez les animaux.

» Aucun travail ayant une portée physiologique générale n'a paru depuis sur la question; il est vrai que MM. A. Wieler (1) et S. Jentys (2) ont examiné l'influence que les tensions d'oxygène inférieures et supérieures à la tension normale exercent sur l'allongement des végétaux; mais les deux intéressants Mémoires publiés par ces auteurs visent un point très spécial; de plus, ces travaux n'ont porté que sur les plantules d'une dizaine d'espèces ou sur leurs graines en germination.

» Il était donc intéressant de soumettre à l'expérience un nombre d'espèces plus considérable, prises à des âges différents, de les étudier pendant un temps relativement long et de les comparer avec des plantes servant de témoins, à la fois dans leur accroissement, leur morphologie externe et leur structure anatomique.

» Les nombreuses expériences que j'ai entreprises en vue de résoudre ces diverses questions ont porté sur une cinquantaine d'espèces environ. C'étaient des graines (Blé, Lupin, Radis, etc.), des plantules repiquées (Maïs, Moutarde, Sarrasin, Fève, etc.), des bulbes (Oignon, Muscari, etc.), des tubercules (Crosne, Pomme de terre, *Oxalis*, etc.), des plantes des champs mises en pots (Cardamine, Primevère, Pâquerette, etc.), des plantes adultes lignifiées (*Pelargonium*), enfin des plantes aquatiques ou amphibies (*Alisma*, Véronique, Joncs, Iris).

» Ces cultures expérimentales peuvent être groupées en trois séries, de la manière suivante :

» I. *Air ordinaire :* 1° à la pression normale; 2° avec dépression; 3° avec compression.

» II. *Oxygène ou air suroxygéné :* 1° à la pression normale; 2° avec dépression; 3° avec compression.

» III. *Mélange d'hydrogène, d'azote et d'oxygène* ayant une proportion d'oxygène inférieure à celle de l'air atmosphérique : 1° à la pression normale; 2° avec compression (3).

---

aussi : P. Bert, *Comptes rendus*, t. LXXVI et LXXVII (1873) et *La pression barométrique*, 1878.

(1) A. Wieler, *Die Beeinflüssung des Wachsens durch verminderte Partiärpressung des Sauerstoffs* (*Unters. a. d. bot. Inst. zu Tübingen*, Bd. I, Heft 2; 1883).

(2) Stefan Jentys, *Ueber den Einfluss hoher Sauerstoffpressungen auf das Wachsthum der Pflanzen* (*Unters. a. d. bot. Inst. zu Tübingen*, Bd. II, Heft 3; 1888).

(3) Plusieurs des appareils employés pour la compression avaient servi à Paul Bert

» *Résultats des expériences.* — Considérons d'abord les cultures faites dans l'air déprimé. Entre les pressions de 10^{cm} à 40^{cm}, la croissance peut être deux fois, trois fois ou même six fois plus grande que dans l'air ordinaire. A cet accroissement rapide correspondent de grandes variations de forme. Dans l'air déprimé les tiges sont plus longues et plus minces, ont une tendance manifeste à se ramifier et donnent souvent naissance à des racines aériennes allongées; les feuilles sont plus grandes et plus étalées; la plante tout entière est plus élancée.

» Dans les cultures à l'air comprimé entre 3^{atm} et 6^{atm}, il se produit aussi fréquemment une accélération de la croissance, mais toujours bien plus faible que celle qu'on observe dans l'air déprimé. Pour les plantes que j'ai étudiées, je n'y ai pas observé de variations morphologiques sensibles.

» La très grande raréfaction de l'air entraîne un ralentissement de la croissance; il en est de même pour l'air comprimé au delà de 8^{atm}; mais on peut encore obtenir, même à 10^{atm} et 12^{atm} de pression, le lent développement de certaines plantes, telles que les Pois et les Gesces, par exemple.

» Quelques mots maintenant sur les cultures expérimentales que j'ai établies dans des mélanges gazeux autres que l'air. J'ai d'abord constaté que l'air surchargé d'oxygène de 35 à 90 pour 100, à la pression normale, n'a généralement pas d'influence fâcheuse sur le développement, et souvent même la croissance est accélérée.

» Si l'on fait croître les plantes dans de l'air suroxygéné, mais dont la pression est diminuée, de manière à lui donner la même tension d'oxygène que celle de l'air atmosphérique normal, on obtient, non pas les mêmes résultats que dans l'air, mais une accélération de croissance et des changements de forme absolument comparables à ceux que provoque l'air déprimé.

» Enfin, si l'on comprime un mélange d'oxygène, d'hydrogène et d'azote de façon à obtenir la même tension d'oxygène que dans l'air à $0^{atm},5$ de pression, on ne voit pas se produire un développement comparable à celui qu'on obtient dans les cultures faites dans l'air à $0^{atm},5$.

» Au point de vue anatomique, contrairement à ce que l'on pouvait prévoir, je n'ai trouvé aucune différence constante de structure entre les organes dont la forme est si diverse.

---

dans ses recherches et avaient été mis à la disposition du Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, grâce à l'obligeance de M. Dastre.

» En somme, de tout ce qui précède, on peut conclure que :

» 1° *D'une manière générale, les changements de pression dans l'atmosphère qui entoure la plante exercent une influence considérable sur son développement.*

» 2° *L'intensité et la nature du phénomène varient naturellement plus ou moins suivant les espèces, mais la courbe générale qui représente les variations du développement avec la pression a ordinairement deux maxima : le premier, de beaucoup le plus marqué, dans l'air déprimé, le second dans l'air comprimé ; la pression normale se trouve donc comprise le plus souvent entre les deux maxima.*

» 3° *Bien que la tension de l'oxygène joue un rôle prépondérant dans le phénomène, la pression absolue a aussi une action manifeste.*

» On peut dire, en résumé, que l'action qu'exerce la pression de l'air, dans les limites compatibles avec l'existence des êtres, n'est pas la même chez les végétaux pourvus de chlorophylle que chez les animaux. »

GÉOLOGIE. — *Sur les niveaux ammonitiques du Malm inférieur dans la contrée du Montejunto (Portugal). Phases peu connues du développement des Mollusques.* Note de M. **Paul Choffat**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les facies ammonitiques sont fort rares dans le Malm du Portugal. Généralement les strates qui succèdent au Callovien présentent une faune de *Lamellibranches* et de *Gastropodes* analogue à celle du Kimméridjien de l'Europe centrale, mais elle a un caractère plus ancien, grâce à la présence de formes intermédiaires entre ces espèces et les espèces voisines du Bathonien et du Callovien.

» Ce fait n'est pas sans précédents. On sait que les Alpes suisses contiennent les *couches à Mytilus,* dont la faune a passé pour kimméridjienne, jusqu'à ce que M. de Loriol ait démontré que son caractère est plus ancien et les rapproche plutôt du Bathonien. Plus tard, M. Gilliéron a cherché à prouver que cette faune forme transition entre le Bathonien et le Kimméridjien, et que son âge est probablement callovien, opinion confirmée par la présence de plusieurs formes analogues dans le callovien du Portugal.

» La faune à caractère kimméridjien, dont je parlais plus haut, représente donc le développement des *Lamellibranches,* une phase encore plus récente que celle des *couches à Mytilus* des Alpes, elle correspond à l'Oxfor-

dien, ce qui est particulièrement prouvé dans la contrée du Montejunto, par suite de l'intercalation de lits ammonitiques.

» Malgré les facies variés du Malm portugais, on peut distinguer deux grandes divisions. Les *Céphalopodes* sont fort rares et sans importance stratigraphique dans la division supérieure qui correspond au Ptérocérien et au Portlandien de l'Europe centrale.

» Le Malm inférieur repose sur les *couches à Am. athleta et calloviensis;* il présente trois subdivisions qui sont de bas en haut :

» Couches de Cabaço. — 1. Calcaires feuilletés, avec *Lamellibranches*. — 200^m.

» 2. Calcaires à *Lamellibranches* nombreux et variés, contenant des *Céphalopodes* rares, sauf dans un lit situé vers la base. Par places, lentilles coralliennes. — 300^m. *Harp. canaliculatum* et *Marantianum, Opp. subclausa, Per. plicatilis, virgulatus, Lucingensis, aff. rota, aff. Tiziani, Asp. faustum.* Lamellibranches à caractère oxfordien : *Pholadomya exaltata, Protei* et *lineata, Pleuromya varians.* Formes intermédiaires entre *Ceromya excentrica* du Malm et *C. concentrica* du Bathonien, *Tereb. Galliennei, Zeilleria Delemontana,* etc.

» 3. Faune de *Lamellibranches* analogue à la précédente, mais ne contenant pas les espèces purement oxfordiennes. En outre *Oppelia subclausa, Per. Tiziani var.*. et formes voisines. — 10^m.

» Couches du Montejunto. — Trois types différents :

» 1° Le facies ammonitique;

» 2° Le facies corallien;

» 3° Une alternance de couches ammonitiques et de couches coralliennes. Puissance de 200 à 350 mètres.

» Je ne parlerai que des *Céphalopodes,* le reste des *Mollusques* appartenant à des espèces astartiennes ou kimméridjiennes, et les *Échinodermes* à des espèces liées aux facies coralliens, et se retrouvant pour la plupart depuis le Rauracien jusqu'à la base du Tithonique, lorsque l'on prend différentes contrées en considération.

» La succession des Céphalopodes permet de distinguer trois complexes :

» 1° *Harp. canaliculatum, Opp. subclausa, Per. polygyratus;*

» 2° Apparition des *Phylloceras* et des *Neumayria. Rhac. Silenum, Perisphinctes* des groupes des *P. plicatilis, Achilles, virgulatus, stenocyclus et polyplocus; Sutneria, Aspidoceras* voisins de *A. perarmatum;*

» 3° Faune très abondante; tous les *Céphalopodes* des deux niveaux précédents y sont représentés, à l'exception de *Harp. canaliculatum* et de *Opp. subclausa.* Nous citerons en plus : *Belemn. pressulus, Argovianus* et *hastatus, Lytoceras* (rares), *Harp. Marantianum, Neumayria* des groupes de *N. flexuosa, trachynota* et *Pichleri, Holcostephanus* de petites tailles, *Perisphinctes planula* et *inconditus; Sutneria, Aspidoceras cfr. circumspinosum, A. Rupellense, Peltoceras bimammattum.*

» Assise d'Abadia. — Massif argileux contenant des bancs de grès et des conglomérats de roches azoïques, en lentilles puissantes (50^m), contenant en outre des lentilles

coralliennes augmentant de fréquence de bas en haut, où elles forment une couche continue de 10^m à 20^m d'épaisseur. Puissance totale de l'assise, 800^m.

» Faune de *Gastropodes*, de *Lamellibranches* et d'*Echinodernes*, vers le milieu quelques *Céphalopodes : Bel. Monsalvensis, Argovianus, pressulus, hastatus. Oppelia, trachynota, Perisphinctes* des groupes de *P. virgulatus* et de *P. polyplocus. Aspidoceras acanthicum* et *A. aff. sesquinodosum*, trois *Simoceras* et un *Hoplites*.

» Le parallélisme des couches de Cabaço avec l'Oxfordien de l'Europe centrale est incontestable. Pour ses quelques *Ammonites*, le lit à *Per. Tiziani var.* a plutôt le caractère des couches à *Pelt. bimammatum*, mais la presque totalité de sa faune provenant des couches sous-jacentes, j'hésite à les en séparer, d'autant plus que ces dernières contiennent aussi le groupe de *Per. Tiziani*.

» Au premier abord, on est tenté de considérer l'assise du Montejunto comme représentant les *couches à Opp. tenuilobata*, mais on remarque l'absence des formes les plus typiques de cette zone, et la présence de formes plus anciennes. En outre, elle est séparée du Ptérocérien par les 800^m de l'assise d'Abadia.

» La faune ammonitique de la *zone à Am. bimammatus* est connue dans la Franconie, la Souabe et l'Argovie, mais son facies méditerranéen est à peu près inconnu, soit que l'attention en ait été détournée par les deux faunes ammonitiques qui l'encaissent, soit qu'on l'ait confondue avec l'une ou l'autre de ces faunes, soit encore que ce mélange existe réellement dans certaines régions.

» En étudiant les Ouvrages se rapportant à cette faune, on voit qu'elle contient un grand nombre d'espèces considérées comme typiques de la zone à *Am. tenuilobatus*, les différences principales consistant dans la rareté des formes voisines de *Per. Lothari*, des *Aspidoceras* renflés et de *Opp. tenuilobata*, et dans l'absence de *Holcostephanus involutus* et de *Sutneria platynota*.

» Ces conditions sont précisément celles de la faune des couches du Montejunto; elle a un caractère plus méridional que celui de la faune de la Souabe, mais ce n'est pourtant pas le type méditerranéen, lequel se trouve plus au sud, en Algarve, d'où j'ai déjà eu l'occasion de le faire connaître [1].

» Quant à l'assise d'Abadia, sa faune ammonitique est peu abondante, mais son caractère ténuilobatien est pourtant bien accentué. »

---

(1) *Recherches sur les terrains secondaires au sud du Sado*. Lisbonne, 1887.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le mode de reproduction des parasites du cancer*. Note de MM. **Armand Ruffer** et **H.-G. Plimmer**, présentée par M. Bouchard.

« On sait, depuis les travaux récents qui ont paru en France, en Angleterre, en Allemagne et en Italie, que l'on trouve, dans tous les cancers de l'homme, des parasites appartenant à la famille des Protozoaires. Dans un nouveau travail qui vient de paraître dans le *Journal of Pathology*, vol. I, n° 4, nous avons décrit différents stages du parasite observé, soit dans le noyau, soit dans le protoplasme de la cellule cancéreuse. Ces observations sont basées sur l'étude de plusieurs cancers de la langue, peau, foie, estomac, utérus et sur 47 cancers du sein opérés consécutivement à l'hôpital des cancéreux de Londres. Dans tous ces cas, sans exception, nous avons trouvé ces parasites en nombre plus ou moins grand, mais quelquefois en quantité considérable.

» Sans vouloir nous arrêter à la structure de ces parasites, nous ferons remarquer que chaque protozoaire se compose : 1° d'un petit noyau; 2° d'une quantité plus ou moins grande de protoplasme granuleux; 3° d'une capsule à double contour. Nous avons pu voir ces parasites à l'état vivant, de même que sur des préparations étalées fraîches. Leurs réactions avec les couleurs d'aniline, le bleu d'aniline, la fuchsine, l'éosine, de même que l'hématoxyline, la cochenille et le carmin sont absolument différentes des réactions du noyau et protoplasma de la cellule cancéreuse et de ses produits de dégénérescence. Avec l'hématoxyline et la cochenille, par exemple, on obtient facilement des réactions très nettes et caractéristiques. Ils diffèrent du reste absolument des parasites décrits par MM. Darier, Malassez, Kickham, L. Pfeiffer, Podwyssozky et Sawtschenko, mais nous paraissent identiques avec certaines figures décrites par Soudakéwitch et par Foâ.

» MM. Soudakéwitch, Sawtschenko et Foâ ont décrit dans leurs Mémoires la formation des spores par le parasite du cancer. M. Metchnikoff et nous-mêmes nous nous sommes élevés contre cette manière de voir, et dans notre prochain Mémoire nous montrerons que l'existence des spores décrite par Sawtschenko et Soudakéwitch n'est nullement démontrée. Nous faisons pourtant des réserves à l'égard de Foâ, dont le Mémoire détaillé n'a pas encore paru.

» Nos observations personnelles sur le mode de division du parasite sont basées exclusivement sur l'étude de 47 cancers du sein. Le parasite se multiplie par simple division en deux parties absolument égales sans que nous ayons pu démontrer des phénomènes de karyokinèse, mais les deux jeunes noyaux sont reliés pendant quelque temps encore par un petit réseau de fils extrêmement minces. Les deux jeunes parasites sont encore contenus dans la même capsule, mais celle-ci se divise aussi et enfin chaque parasite s'entoure d'une capsule. Dans d'autres cas, le parasite enkysté, au lieu de se diviser en deux, se divise en quatre, huit et nous avons compté jusqu'à trente-deux jeunes parasites dérivés d'un seul protozoaire. Chacun de ces jeunes protozoaires se compose alors d'un petit noyau, d'une couche très mince de protoplasma et d'une capsule très nette. Le corps de reliquat qu'on trouve dans d'autres sporozoaires se voit souvent sans aucune difficulté.

» Nous ne nions pas la possibilité de la formation des spores dans le cancer, mais nous constatons que le parasite se multiplie le plus souvent par simple fissiparité.

» M. Metchnikoff, qui a bien voulu contrôler nos observations et nous donner l'appui de sa haute compétence, nous a fait remarquer la ressemblance frappante qui existe entre les stages décrits par nous dans le cancer et les corps en rosace du parasite de la malaria découverts par M. Laveran. »

M. Ch. Lallement adresse une Note sur un perfectionnement de la machine pneumatique.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 avril 1893.

Théorème sur le centre des moyennes distances, par M. Haton de la Goupillière. (Extrait du *Bulletin de la Société mathématique de France*, t. XXI, 1893); br. in-8°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées, quatrième série, publiée par M. Camille Jordan. Tome IX, année 1893, fasc. I. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 fasc. in-4°.

Œuvres complètes de Christiaan Huygens, publiées par la Société hollandaise des Sciences. Tome V, *Correspondance*, 1664-1665. La Haye, Martinus Nijhoff, 1893; 1 vol. in-4°.

Polarisation rotatoire, réflexion et réfraction vitreuses, réflexion métallique. Leçons faites à la Sorbonne en 1891-1892, par G. Foussereau, rédigées par J. Lemoine. Paris, Georges Carré, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

De la spermatogénèse chez les Crustacés décapodes, par Armand Sabatier. Paris, L. Battaille et Cie, 1893; in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.) (Renvoyé à la Commission du prix Serres.)

Thérapeutique physiologique du cœur, par G. Sée, t. II. Paris, L. Battaille et Cie, 1893; in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Bulletin de la Société astronomique de France, sixième année, 1892. Paris, Hôtel des Sociétés savantes, 1892; in-8°.

Mémoires et Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux; 1er et 2e fasc., 1892. Paris, G. Masson, 1893; 1 vol. in-8°.

Traité encyclopédique de Photographie, par Charles Fabre, t. I, II, III, IV et un premier Supplément. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1889, 1890, 1892; cinq vol. in-8°.

Note sur un mouvement de rotation singulier de la tête chez une larve de Culicide, par M. S. Jourdain. (Extrait des *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*.) (Présentée par M. Perrier.)

Acta mathematica. Journal rédigé par G. Mittag-Leffler; 16 : 4. Stockholm, F. et G. Beijer, 1893; fasc. in-8. (Présenté par M. Hermite.)

ERRATA.

(Séance du 20 mars 1893.)

Page 619, lignes 8 et 9 en remontant, *au lieu de* en remplacement de feu M. Abria, *lisez* en remplacement de feu M. Hofmann.

(Séance du 10 avril 1893.)

Note de M. *Œchsner de Coninck,* Sur l'isomérie des acides amidobenzoïques :

Page 758, dernière ligne, *au lieu de*

$t = +9°,6$, $d = 0^{gr},1300$; *ilsez* $t = 9°,6$, $d = 1^{gr},1300$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 AVRIL 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation de l'éclipse partielle de Soleil du* 16 *avril* 1893, *faite à l'Observatoire de Paris*. Note de M. **F. Tisserand**.

« Le Tableau suivant contient les noms des observateurs, les heures du premier et du second contact, exprimées en temps moyen de Paris, l'ouverture libre et le grossissement de la lunette employée.

	h m s	h m s	m	
MM. Boquet.........	4. 0. 0	4.27.25	0,08	80
Callandreau.....	3.59.51	4.28. 0	0,14	120
Hamy...........	3.59.40	4.27.45	0,10	60
Pr. Henry.......	3.59.46	4.27.46	0,10	210
Puiseux.........	»	4.27.37	0,10	80

» Les contacts étaient difficiles à observer parce que le disque du Soleil était entamé très obliquement, la plus grande phase n'étant que de 0,028; en outre, pour le second contact, la présence d'une montagne de la Lune apportait une nouvelle indécision.

» MM. Paul et Prosper Henry ont mesuré les six photographies de l'éclipse qu'ils avaient obtenues; ils en ont déduit les flèches des segments retranchés du Soleil, puis, à l'aide d'un calcul d'interpolation, les instants des contacts. Il ont trouvé

$$3^h 59^m 51^s \quad \text{et} \quad 4^h 27^m 59^s$$

et, pour la valeur de la plus grande flèche, 49″,4, ce qui correspond aux 26 millièmes du diamètre du Soleil, tandis que le calcul avait donné 0,028.

» Il résulte d'une dépêche reçue par M. Faye que M. Deslandres a pu faire ses observations à Foundioungue (Sénégal) dans d'assez bonnes conditions. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches nouvelles sur les microrganismes fixateurs de l'azote;* par M. **Berthelot**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie de nouvelles recherches sur les microrganismes qui déterminent la fixation de l'azote par la terre végétale. J'ai cherché à isoler des espèces définies et à les cultiver dans des milieux artificiels, plus faciles à connaître et à modifier que l'ensemble complexe qui constitue la terre naturelle. Je me suis attaché surtout aux Bactéries tirées du sol et à des végétaux inférieurs exempts de chlorophylle. M. Guignard, professeur à l'École supérieure de Pharmacie, a bien voulu me prêter, dans cette étude délicate, l'aide de ses connaissances spéciales, et je lui en témoigne ici toute ma reconnaissance [1].

» Donnons d'abord quelques détails sur les microrganismes utilisés dans mes expériences. Ce sont des bactéries ou microbes, extraits du sol végétal et employés tant à l'état de mélange qu'à l'état d'espèces isolées; les Bactéries fixées sur les racines des Légumineuses (Lupin); les se-

[1] M. Costantin a bien voulu me fournir aussi son précieux concours.

mences pures de l'*Aspergillus niger* et de l'*Alternaria tenuis*, un *Gymnoascus*, enfin diverses espèces de Champignons.

» Voici comment les Bactéries du sol ont été extraites par M. Guignard, à mon intention :

» Une parcelle de terre du Jardin botanique de l'École de Pharmacie a été délayée dans quelques centimètres cubes de bouillon stérilisé, et le tout abandonné à l'étuve à 20°. Au bout de douze heures, le ballon de culture présente un trouble marqué.

» Un second ensemencement, dans un nouveau ballon de bouillon, a donné, dans les mêmes conditions de température, un trouble abondant.

» Une prise d'essai faite avec un fil de platine au sein de ce bouillon a été diluée dans trois tubes successifs, contenant chacun quelques centimètres cubes de bouillon stérilisé. La dernière dilution a servi à ensemencer une plaque de gélatine qui, mise à l'étuve à 22°, a présenté au bout de deux jours de nombreuses colonies d'aspects divers, les unes liquéfiant la gélatine, les autres ne la liquéfiant pas.

» Un certain nombre de ces colonies ont été ensemencées dans du bouillon et dans des tubes gélatinés; elles ont fourni des cultures pures de bactéries ou microbes, que nous avons étiquetés A, B, C, D, E, F, G.

» L'examen microscopique, joint à l'observation des cultures, a permis de constater quelques différences spécifiques entre plusieurs de ces organismes.

» Les microbes A, B, E, F, sur lesquels ont porté les expériences ultérieures, présentaient les caractères suivants :

» A. Bacille : longueur $2^{\mu},1$; largeur $0^{\mu},8$. Il ne liquéfie pas la gélatine, mais développe à sa surface des mamelons saillants, visibles à l'œil nu, d'aspect gras. En présence du bouillon de culture, il produit, après douze heures, un trouble général; à la surface, un voile épais qui tombe au fond du liquide. Ce microbe paraît le même, d'après son aspect général, que celui qui a déterminé la fixation de l'azote, avec le concours de l'acide humique, dans mes précédentes expériences (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 569).

» B. Bacille : longueur $2^{\mu},1$; largeur $0^{\mu},6$. En piqûres sur la gélatine, il y forme rapidement un entonnoir et la liquéfie.

» C et D ont paru identiques avec B.

» E. Bacille : longueur $3^{\mu},1$; largeur $0^{\mu},9$. Liquéfie la gélatine.

» F. Bacille : longueur $1^{\mu},4$; largeur $0^{\mu},5$. Il ne liquéfie pas la gélatine; il y produit des colonies très plates, sèches, écailleuses.

» (Les colorations ont été faites par les méthodes de Grank et de Lœfler).

» Un ballon n° 1, contenant le mélange des microbes du sol (bacilles divers et filaments, de dimensions variées), obtenu en premier lieu avant les dernières cultures, a également servi aux expériences.

» Les ensemencements ont été effectués dans des milieux nutritifs variables suivant la nature des semences, mais qui avaient ceci de commun, d'être riches en éléments hydrocarbonés et de contenir une certaine dose d'azote, réputée suffisante pour entretenir la vie au début, mais assez faible pour que l'accroissement relatif de cet élément pût devenir considérable.

» On a employé à cet effet des mélanges divers, renfermant de l'acide humique, du kaolin naturel, de l'acide tartrique, du sucre, la liqueur de Cohn diluée, une liqueur analogue exempte d'acide libre, composée par M. Guignard [1], etc.

» Dans tous les cas, on ajoutait une dose d'eau suffisante pour donner à la masse une consistance pâteuse et l'on ramenait celle-ci à la même consistance, en cas de dessiccation.

» On remarquera qu'il s'agit de constituer un milieu nutritif faiblement azoté et cependant tel qu'il suffise, pendant des mois, à entretenir des êtres inaptes à fixer le carbone de l'acide carbonique de l'air; la chose est d'autant plus délicate que la connaissance des conditions propres à la vie de tels êtres est jusqu'ici peu avancée; c'est l'une des principales difficultés de ce genre d'expériences.

» Celles-ci ont été effectuées dans des vases divers, tels que ballons et flacons, dont la capacité a varié de 6^{lit} à $0^{lit},5$. On introduisait dans ces ballons et flacons les mélanges nutritifs et on les stérilisait, en chauffant le tout dans une marmite de Papin, à 125°. Le col des ballons était obturé par un tampon de coton, qui se trouvait stérilisé simultanément. Quelques-uns

---

(1)

Eau	100^{gr}
Tartrate d'ammoniaque	2
Phosphate bipotassique	0,2
Sulfate de magnésie	0,04
Chlorure de sodium	0,02

des flacons étaient bouchés à l'émeri. Dans un certain nombre d'essais comparatifs, on a opéré avec des conserves recouvertes d'une glace, ou placées sous une cloche, conditions où la stérilisation à chaud serait superflue. L'ensemencement a été effectué avec les précautions connues. Tous ces vases ont été disposés dans des étuves vitrées, et maintenues pendant plusieurs mois à une température comprise entre 20° et 25°.

» Enfin, dans chaque série d'essais, on a eu soin de prendre des vases témoins, renfermant les mêmes mélanges stérilisés, mais non ensemencés, et qui étaient soumis exactement aux mêmes conditions. Les variations de leur composition représentent à la fois les limites d'erreur et l'influence possible de l'atmosphère ambiante.

» Dans le cas où les vases sont tout à fait clos, leurs dimensions doivent être telles, qu'il subsiste une proportion notable d'oxygène à la fin de l'expérience. Mais, si le col est simplement obturé par un tampon de ouate, le renouvellement lent de l'atmosphère intérieure suffit pour assurer cette condition.

» Cependant il convient d'ajouter que les conditions d'oxydation ne doivent pas être trop actives, ainsi que j'en ai fait déjà la remarque [1]. Si la couche ensemencée est trop mince, c'est-à-dire si le rapport entre l'oxygène de l'air et la matière organique vivante est trop immédiat et considérable, les microrganismes efficaces sont détruits, ou, plus exactement, ils cessent de fixer l'azote.

» En fait, les ballons de 6^{lit} ont fourni, pour la plupart, des résultats nuls, quelques-uns même des pertes d'azote; tandis que les flacons et ballons de 1^{lit} et de 500^{cc} à 600^{cc} renfermant des mélanges identiques, et placés exactement dans les mêmes conditions, sauf l'épaisseur, donnaient lieu à des fixations d'azote souvent très fortes; résultat d'autant plus digne d'intérêt qu'il tend à exclure, dans le cas des vases non bouchés à l'émeri, l'hypothèse d'une absorption notable de composés azotés empruntés à l'atmosphère. Cette hypothèse est d'ailleurs exclue à la fois par l'emploi des flacons bouchés à l'émeri et par les expériences de contrôle, faites simultanément sur les témoins non ensemencés.

---

(1) *Sur quelques conditions générales de la fixation de l'azote par la terre végétale* (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XVI, p. 455).

» Voici le tableau des résultats observés.

1re SÉRIE. — *Bactéries du sol :* Étuve 20° à 25°. Décembre à Mars : 3 mois $\frac{1}{2}$.

Nature du microrganisme.	Mélange nutritif.	Vases.	Azote initial.	Azote final.	Gain en centièmes de l'azote initial.
I. Bactéries du sol mélangées.	Ac. humique.	Flacon de 1^{lit} bouché à l'émeri, stérilisé.	7,7	12,2	Gain 57 %.
»	»	Ballon de 6^{lit} stérilisé, fermé avec coton.	38,4	36,0	Perte légère.
»	Ac. humique et kaolin.	Flacon de 1^{lit} bouché à l'émeri, stérilisé.	8,3	12,7	52 %.
»	»	Ballon de 6^{lit} stérilisé, fermé avec coton.	41,3	41,1	Nul.
»	Kaolin.	Flacon de 1^{lit} bouché, stérilisé.	7,9	19,7	150 %.
»	»	Ballon de 6^{lit} stérilisé, etc.	34,5	45,5	32 %.
II. Bactéries A.	Ac. humique, kaolin, liquide Cohn.	Flacon de 1^{lit} bouché, stérilisé.	10,2	18,6	80 %.
»	»	Ballon de 600^{cc} stérilisé, fermé avec coton.	13,3	19,2	44 %.
III. Témoin non ensemencé.	»	»	13,0	14,0	Nul.
IV. Bactéries B.	»	Ballon de 6^{lit} stérilisé, etc.	42,3	47,0	
»	»	Flacon de 1^{lit} bouché, stérilisé.	11,0	13,0	Douteux ou négligeable.
»	Kaolin, sucre, ac. humique.	Ballon de 600^{cc} fermé avec coton.	17,0	19,0	
V. Bactéries E.	Kaolin, ac. humique, liquide Cohn.	Flacon de 1^{lit} stérilisé, etc.	10,7	18,6	74 %.
»	Kaolin, sucre, liquide Cohn.	Ballon de 600^{cc} stérilisé, etc.	13,8	18,9	37 %.
VI. Bactéries F.	Ac. humique, kaolin, liquide Cohn.	Ballon de 6^{lit} stérilisé, etc.	42,9	44,0	
»	»	Flacon de 1^{lit} bouché, stérilisé.	11,0	13,0	Nul.
»	Kaolin, sucre, liquide Cohn.	Ballon de 600^{cc} stérilisé.	16,4	16,7	

» Il résulte de ces expériences que le sol renferme certaines bactéries, qui déterminent la fixation de l'azote sur les matières organiques susceptibles de concourir à leur nutrition. Cette propriété est manifeste avec les bactéries mélangées, employées dans les premiers essais. Mais elle n'appartient pas à toutes indistinctement; car elle existe pour les bactéries A et E, tandis que les bactéries B et F n'ont fourni que des variations nulles, ou du même ordre de petitesse que le témoin.

» Ces résultats ont été obtenus avec des liquides stérilisés et des cultures pures. Ils auraient été sans doute plus accusés si la dessiccation des matériaux n'avait pas fini par amener la mort des bactéries.

Deuxième série. — *Bactéries des racines de Légumineuses* (*Lupin*).

» On a écrasé avec de l'eau les racines de Lupin, pourvues des tubercules spécifiques et l'on s'est servi de deux gouttes de cette eau pour ensemencer. Le milieu nutritif était formé d'acide humique, avec du liquide Cohn. Il a paru inutile de le stériliser, en raison du caractère de l'ensemencement. L'expérience a duré du 1er décembre 1892 au 29 mars 1893, dans une étuve chauffée à 20°-25°.

	Azote initial.	Azote final.	Gain.	
Flacon d'un litre, bouché...........	10,6	15,9	50 °/0	Bactéries mortes
Cristallisoir recouvert d'une plaque...	10,6	15,9	50 °/0	à la fin, par dessiccation.

» Il y a eu fixation d'azote, comme avec les bactéries A et E du sol.

Troisième série. — *Aspergillus niger*. Semence pure. Étuve 20°-25°.

Mélange nutritif.	Vases.	Durée.	Azote initial.	Azote final.	Gain en centièmes.	Poids final de la matière totale.	Remarques.
Liq. Cohn, 1gr acide tartrique, non ensemencé.	Ballon de 600cc stérilisé fermé avec coton.	Un mois	24,9	24,4	Nul	»	Témoin
Liq. Cohn, 1gr ac. tartrique, ensemencé.	Ballon de 600cc stérilisé fermé avec coton.	»	24,9	31,3	26 °/0	0gr,465	»
»	Cristallisoir sous cloche posée sur plaque rodée.	»	27,1	32,9	22 °/0	»	»
Liq. Cohn, 1gr ac. tartrique, ensemencé.	»	»	27,1	37,1	37 °/0	0gr,406	»

Mélange nutritif.	Vases.	Dnrée.	Azote initial.	Azote final.	Gain en centièmes.	Poids final de la matière totale.	Remarques.
III. Liq. Cohn, 1gr ac. tartrique, ensemencé.	Cristallisoir sous cloche	»	27,1	32,1	18 %	»	Placé dans un champ électrique, sous l'influence continue d'un potentiel de 132v.
»	»	»	27,1	36,6	35 %	0gr,314	Idem

» Dans deux de ces expériences (III), on a fait intervenir un champ électrique, dont l'influence sur le développement de l'*Aspergillus* n'a pas été sensible. L'*Aspergillus* s'est d'ailleurs bien développé et il a fructifié dans tous les essais. Il subsistait vivant à la fin. A ce moment, les liqueurs renfermaient en outre des traces de mucorinées. On remarquera que l'acide tartrique, employé comme milieu nutritif, a été consommé, ou détruit, en proportion considérable.

» Une autre série similaire a donné des résultats du même ordre, le témoin n'ayant pas non plus varié sensiblement et l'électricité n'ayant pas exercé d'influence spéciale. Les vases ensemencés ont produit cette fois des accroissements d'azote, qui se sont élevés jusqu'au triple de la dose initiale : mais les cultures étaient moins pures, l'*Aspergillus* se trouvant mêlé à la fin avec une dose notable de moisissures (*Penicillium?*).

Quatrième série. — *Alternaria tenuis.*

Mélange nutritif.	Vases.	Durée.	Azote initial.	Azote final.	Gain en centièmes.
I. Kaolin, sucre, liq. de Cohn, non ensemencé.	Ballon de 600cc stérilisé, bouché avec du coton.	1er déc. 1892 au 9 avril 1893.	11,3	13,0	Négligeable. Témoin:
II. Kaolin, sucre, liq. de Cohn.	Ballon de 600cc stérilisé, etc	»	18,1	26,9	49 %
»	»	»	18,1	27,1	50 %
»	»	»	18,1	24,7	36 %
III. Autre mélange nutritif.	»	»	11,3	22,4	98 %

» Le végétal s'est bien développé; culture pure.

» Dans une autre série similaire, une moisissure analogue, jaunâtre, exempte de chlorophylle, constituée par un *Gymnoascus* (1), à l'état ascophore, et qui paraissait répondre à une culture pure, a été produite par

(1) D'après la détermination de M. Costantin.

un ensemencement exécuté à l'aide de quelques parcelles du sable argileux de la station de Chimie végétale de Meudon. En même temps, on a observé des fixations d'azote, s'élevant respectivement à 36, à 75 et à 143 centièmes, dans trois essais distincts.

» Ces expériences montrent qu'il existe des microrganismes d'espèces fort diverses, exempts de chlorophylle, et aptes à fixer l'azote; spécialement certaines bactéries du sol. On remarquera que la nutrition de ces êtres ne paraît pas susceptible d'être entretenue par le carbone et l'hydrogène résultant de la décomposition de l'acide carbonique et de l'eau atmosphériques; elle est dès lors corrélative de la destruction de certains principes hydrocarbonés, tels que le sucre ou l'acide tartrique, jouant en quelque sorte le rôle d'aliments pour les bactéries et microrganismes. En même temps que ceux-ci fixent l'azote, il faut qu'ils rencontrent dans le milieu où ils vivent des matières propres à les nourrir. Il paraît même nécessaire que ces matières renferment déjà quelque peu de principes azotés, pour donner aux êtres inférieurs le minimum de vitalité indispensable à l'absorption de l'azote libre. Mais si ces principes sont trop abondants, la bactérie vivra de préférence à leurs dépens : l'expérience prouve qu'elle est plus florissante dans des milieux riches en azote combiné que dans les milieux pauvres, où elle est obligée d'exécuter un travail spécial pour fixer l'azote libre. C'est sans doute une condition de ce genre qui détermine la limite de l'absorption de l'azote par certains sols dans mes anciennes observations ([1]).

» Dans tous les cas, le sol végétal, ou plus exactement les composés hydrocarbonés qu'il contient s'épuiseraient plus ou moins rapidement, sous ces influences multiples, si les matières organiques nécessaires n'étaient pas régénérées par la végétation des plantes pourvues de chlorophylle. Les fixateurs d'azote et les fixateurs de carbone jouent dès lors un rôle complémentaire : soit qu'ils vivent d'une façon indépendante les uns des autres, soit qu'ils aient été associés par symbiose, comme il arrive pour les Légumineuses. En tout cas, le point de départ de la fixation de l'azote réside non dans les végétaux supérieurs, mais dans certains des microrganismes inférieurs qui peuplent la terre végétale. »

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIV, p. 487.

BOTANIQUE. — *De l'ordre d'apparition des vaisseaux dans la* formation parallèle *des feuilles de quelques Composées* (Tragopogon, *etc.*); par M. **A. Trécul**.

« Des quatre modes de formation des feuilles que j'ai décrits en 1853, la *formation parallèle* est le plus simple. Ce ne serait pas exagérer que de prétendre que la disposition de ses nervures longitudinales primaires représente le premier état des faisceaux principaux des autres *formations*, et que celles-ci n'en sont que des complications. En effet, il est produit d'abord, de chaque côté de la nervure médiane, un nombre variable de faisceaux longitudinaux ou primaires, qui apparaissent successivement de la nervure médiane vers les côtés de la feuille. Ce sont de tels faisceaux latéraux longitudinaux qui forment la charpente principale dans la *formation parallèle*.

» A cette formation appartiennent aussi, outre les feuilles des Graminées (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 1008) et les feuilles des *Funkia, Hemerocallis, Allium, Iris, Agraphis* (*Comptes rendus*, t. XC, p. 1047), les feuilles étroites, entières, dilatées à la base, ployées longitudinalement en gouttière à la face supérieure, des *Tragopogon porrifolius, pratensis, major, etc., Scorzonera angustifolia, eriosperma* et les radicales ou inférieures du *Scorzonera hispanica*. Ces dernières, longuement pétiolées, commencent à dévier de cette formation dans leur partie supérieure largement lancéolée.

» Toutes ces feuilles, dans le très jeune âge, ont ordinairement cinq nervures longitudinales de chaque côté de la nervure médiane. Il peut y en avoir davantage dans des feuilles plus âgées. Elles sont d'autant plus grêles, plus courtes et moins écartées les unes des autres qu'elles sont plus externes.

» Dans de très jeunes feuilles ordinaires et surtout dans les jeunes folioles de l'involucre, on peut trouver que leur premier vaisseau commence dans la feuille même, plus ou moins haut dans la nervure médiane.

» Dans un bourgeon axillaire de *Tragopogon pratensis*, la première feuille, haute de $1^{mm},65$, avait un vaisseau long de $0^{mm},12$, né à $0^{mm},90$ audessus de la base de la nervure médiane. Dans un autre bourgeon axillaire de la même espèce, la première feuille aussi, ayant $1^{mm},85$ de hauteur, avait un vaisseau long de $0^{mm},35$, débutant un peu au-dessus de la base. Dans une autre feuille, haute de $1^{mm},35$, la nervure médiane avait, à

$0^{mm},50$ au-dessus de l'insertion, un vaisseau long de $0^{mm},65$, et plus haut, dans la même nervure médiane, existait un autre vaisseau long seulement de $0^{mm},15$, qui devait s'ajouter au premier.

» Voici des exemples analogues donnés par des folioles de l'involucre. On trouve fréquemment de ces folioles qui n'ont qu'un court vaisseau naissant assez près du sommet. Le 16 avril dernier, j'observai dans une foliole de *Tragopogon porrifolius*, haute de $5^{mm},00$, un vaisseau long de $0^{mm},25$, dont le bout inférieur était arrêté à $2^{mm},65$ au-dessus de la base de cette foliole. Dans une autre foliole haute de $3^{mm},75$, naissait dans le *tiers supérieur* de la nervure médiane un vaisseau assez court non mesuré, et au-dessus, sous le sommet, un autre vaisseau beaucoup plus court.

» Dans une foliole de *Tragopogon pratensis*, haute de 4^{mm}, un vaisseau naissait au-dessus du quart inférieur de cette foliole. Dans une autre foliole, haute de $3^{mm},30$, un court vaisseau commençait vers le tiers inférieur de la hauteur et, plus haut dans la même nervure médiane, un autre court vaisseau débutait vers les deux tiers supérieurs.

» Des exemples de même nature ont été donnés par le *Tragopogon major* et par le *Scorzonera eriosperma*, etc.

» On verra plus loin quelques exemples de vaisseaux de premiers et de deuxièmes faisceaux latéraux longitudinaux qui commencent de même, libres par les deux bouts, bien au-dessus de l'insertion des folioles, quelquefois même près du sommet.

» Une étude attentive montre plus bas, dans l'axe réceptaculaire, des vaisseaux droits, simples ou commençant à se ramifier, qui montent au devant de ceux qui descendent dans les folioles, et dont la jonction doit être effectuée un peu plus tard ([1]). J'ai déjà signalé ces faits dans le tome CXI, p. 327 et suiv., des *Comptes rendus* et, antérieurement, d'autres faits analogues, dans le tome XC, p. 1047 et suivantes, en traitant de la *formation parallèle* dans les feuilles de quelques Monocotylédones.

» Je ne prétends pas que l'ordre d'apparition des premiers vaisseaux que je décris dans cette Note soit général. Pour ces observations, il faut avoir égard à l'époque à laquelle elles ont été faites. Beaucoup des miennes

---

([1]) De belles préparations de *Tragopogon pratensis* et *porrifolius* ont montré à la fois, dans le même involucre, des folioles dont les vaisseaux de la nervure médiane, incomplets par en bas, étaient opposés, à quelque distance, à l'extrémité supérieure de vaisseaux montant dans la tige, et où une ou deux autres folioles avaient leurs vaisseaux déjà réunis à ceux de la tige ou réceptacle.

ont été recueillies en février, en mars et même plus tôt, et je me suis aperçu que les résultats peuvent être modifiés suivant que la végétation est plus ou moins active. Je ne donne ici que des faits bruts, tels que la nature les a présentés.

» Dans de jeunes feuilles ordinaires du *Tragopogon pratensis* un peu plus âgées que celles qui sont désignées plus haut, on trouve souvent un vaisseau qui s'étend de la tige jusqu'auprès du sommet de la nervure médiane. Quand le premier vaisseau est arrivé près du haut, il peut déjà y avoir en bas deux ou trois vaisseaux. Le premier faisceau latéral longitudinal se développe alors de chaque côté dans la partie inférieure embrassante pétiolaire. Y a-t-il commencé comme celui de folioles de l'involucre, dont la nervure médiane est ou non déjà un peu renflée au sommet par trois ou quatre vaisseaux, et dont le *premier latéral longitudinal* commence vers les trois quarts de la hauteur, ou un peu plus bas, quelquefois par un vaisseau long seulement de $0^{mm},14$ d'un côté et de $0^{mm},20$ de l'autre (*T. pratensis*)? Je n'ai pu m'en assurer.

» Plusieurs fois, dans le *Tragopogon major*, j'ai observé en février, même avant que la nervure médiane soit pourvue de vaisseaux dans toute sa longueur (le premier faisceau latéral longitudinal étant déjà développé dans la région pétiolaire et déjà assez long), que le deuxième faisceau latéral longitudinal, plus externe, commence un peu plus haut, *dans le bas de la lame,* par un vaisseau libre par les deux bouts, dans des feuilles de 6^{mm} à 15^{mm}; mais il arrive un peu plus tard que le premier vaisseau de ce deuxième latéral longitudinal, déjà allongé, descendu dans le pétiole, est continué par fragments. Il peut présenter alors dans le bas de la feuille un fragment vasculaire plus ou moins long, et en même temps plus haut, à quelque distance au-dessus du premier-né, un autre fragment plus court qui postérieurement s'adjoint à lui, ainsi que le fragment d'en bas. Quand ce deuxième faisceau latéral longitudinal a atteint la moitié ou les deux tiers de la hauteur de la feuille, le troisième faisceau latéral longitudinal commence à s'ébaucher plus à l'extérieur dans le bas de la lame, comme le précédent. Ensuite, le quatrième faisceau longitudinal débute aussi dans la lame, mais un peu plus haut, comme je vais le dire ci-après.

» Dans une feuille haute de 75^{mm}, les cinq faisceaux longitudinaux médians avaient leurs vaisseaux prolongés jusque dans la base embrassante et probablement plus bas, ce que je n'ai pas vérifié, mais le troisième faisceau latéral longitudinal de chaque côté était encore vasculairement incomplet dans le pétiole; les vaisseaux n'y étaient représentés que par

un fragment, qui avait deux vaisseaux dans celui de gauche, et un seul plus court dans celui de droite.

» Les vaisseaux dans cette feuille étaient au nombre de 5 dans la nervure médiane, de 4 dans le premier faisceau latéral longitudinal de chaque côté, de 3 dans le deuxième faisceau longitudinal de gauche, de 2 seulement dans le deuxième faisceau de droite, et 1 seul dans le troisième faisceau longitudinal des deux côtés. Le quatrième faisceau latéral longitudinal n'était représenté que par deux courts fragments vasculaires superposés à quelque distance au-dessus de la base de la lame.

» Quand les vaisseaux du premier faisceau latéral longitudinal sont parvenus jusqu'en haut de la feuille, ils s'anastomosent de manière variable avec les vaisseaux de la nervure médiane (*Tragopogon pratensis, major, porrifolius,* etc.). Cette liaison est bien remarquable dans les deux dernières espèces. Pendant que le premier vaisseau du premier faisceau latéral longitudinal se développe dans le pétiole, il est produit en haut de la lame, de chaque côté, un vaisseau qui, fixé au sommet de la nervure médiane, se courbe en crochet, et descend dans l'ébauche du premier faisceau latéral longitudinal correspondant, allant au devant du vaisseau qui y monte, continu ou fragmenté, et à la fin se fusionne avec lui.

» Les vaisseaux du sommet de la feuille, quelle que soit leur disposition, se portent d'arrière en avant de manière à suivre le fond de la gouttière foliaire terminé en une sorte de capuchon. Les vaisseaux de ces nervures supérieures se multiplient, en général, plus vite que ceux qui sont placés plus bas, et y causent de bonne heure un épaississement plus ou moins considérable ou plus ou moins marqué.

» Tous les faisceaux latéraux longitudinaux n'arrivent pas au sommet de la feuille. Deux ou trois seulement de chaque côté y parviennent ; les plus externes s'arrêtent plus ou moins bas, comme je vais le dire.

» C'est ordinairement lorsque les vaisseaux du premier faisceau latéral longitudinal et l'ébauche du deuxième, n'ayant souvent qu'un court fragment vasculaire près du sommet, existent, que se montrent les premières mailles du réseau vasculaire un peu au-dessous de l'extrémité des faisceaux du sommet de la feuille, ou plus bas à quelque distance. Dans une seule feuille de *Tragopogon pratensis,* non mesurée, j'ai vu à mi-hauteur naître les trois premiers vaisseaux transverses, allant du premier faisceau latéral longitudinal au deuxième, qui était encore incomplet.

» En général, les mailles primaires, qui apparaissent de haut en bas, sont très inégales et d'autant plus longues d'ordinaire qu'elles naissent plus bas dans la lame. Les plus haut placées sont quelquefois plus courtes que

larges; mais communément les mailles primaires sont rectangulaires, avec le grand axe longitudinal; les plus étroites sont les plus externes, de chaque côté de la lame, parce qu'elles sont délimitées dans la longueur par les faisceaux latéraux longitudinaux qui sont toujours les moins écartés. Elles sont constituées par des vaisseaux ou fascicules transverses droits, obliques ou sinueux.

» Dans une feuille de 15^{mm} du *Tragopogon porrifolius*, outre les vaisseaux de la nervure médiane et du premier faisceau latéral longitudinal de chaque côté, il y avait en haut de chaque côté aussi, un court vaisseau long de $0^{mm},35$ qui, libre par les deux bouts, descendait dans l'ébauche du deuxième faisceau longitudinal. Cette feuille ne contenait encore qu'un seul vaisseau transverse, situé entre la nervure médiane et le premier faisceau latéral longitudinal de droite, près du sommet. Dans une feuille de 20^{mm}, il existait trois vaisseaux transverses à la place correspondante et deux et demi entre la nervure médiane et le premier faisceau latéral longitudinal de gauche; il y avait en outre un vaisseau transverse oblique entre le premier latéral longitudinal et *le court vaisseau* descendant dans l'ébauche du deuxième latéral longitudinal du même côté. Dans une feuille de 31^{mm}, les mailles, déjà bien plus nombreuses, existaient jusqu'à la moitié de la hauteur de la feuille, et des mailles secondaires commençaient à se former dans une des primaires voisines du sommet.

» Quand la formation des grandes mailles primaires produites de haut en bas par des vaisseaux ou fascicules transverses est arrivée à un certain niveau indéterminé dans la partie inférieure de la feuille, il se développe en bas un réseau de mailles assez petites, qui surprend à première vue. Il s'étend plus ou moins dans la région moyenne et sur les côtés, et paraît commencer entre les faisceaux latéraux longitudinaux les plus forts et les plus écartés, par des fascicules de 3 ou 4 séries de cellules courtes, à peu près rectangulaires. Il y a d'abord au milieu de chaque intervalle qui sépare ces premiers faisceaux latéraux longitudinaux, l'ébauche d'un tel fascicule longitudinal qui est relié à ses extrémités et de chaque côté aux deux faisceaux voisins par des branches transverses ou obliques, qui forment des mailles carrées, rectangulaires, parfois triangulaires ou pentagonales, disposées en série de chaque côté du fascicule interposé. Le réseau qui en résulte est d'abord sans vaisseaux; mais j'ai vu de ces vaisseaux débuter dans une feuille de 28^{mm} du *Tragopogon porrifolius*. Le plus long, qui n'avait que $0^{mm},75$, montait dans un tel fascicule. D'autres partaient d'un faisceau latéral longitudinal adjacent qu'ils suivaient sur un court espace, et déviaient ensuite vers le fascicule longitudinal interposé. Ces fas-

cicules, prolongés par des éléments composés semblables, donnent lieu à ceux qui existent sur une assez grande longueur dans la feuille.

» Dans la jeunesse, on les trouve quelquefois interrompus à certains endroits, puis on les voit reprendre brusquement sur le milieu d'un fascicule transverse et poursuivre leur marche ascendante.

» Les mailles primaires ne résultent pas de la seule apparition de vaisseaux ou fascicules transverses entre les faisceaux longitudinaux, comme il a été dit plus haut. Ces faisceaux subissent des modifications dans leur accroissement longitudinal, à certaines phases du développement de la feuille. Ainsi, les faisceaux latéraux longitudinaux peuvent s'allonger d'une façon continue de bas en haut, ou bien ils progressent par fragments superposés, distants les uns des autres, qui se fusionnent ensuite bout à bout. Ces fragments eux-mêmes affectent des formes diverses, comme celles que je vais décrire.

» Divers faisceaux en voie de formation et, en particulier, le deuxième faisceau latéral longitudinal du *Tragopogon porrifolius* et celui du *pratensis* avaient, dans deux feuilles examinées, des aspects bien différents. Dans le *T. porrifolius*, chaque deuxième faisceau latéral longitudinal était seulement représenté par des fragments vasculaires *droits* superposés, quelquefois au nombre de six ou huit; tandis que dans le *Tragopogon pratensis*, chaque fragment vasculaire, en forme de T ou Y, était fixé sur le premier faisceau latéral longitudinal sous-jacent par la tige du T ou de l'upsilon. Cette tige formait la limite de deux mailles superposées, incomplètes du côté externe, les branches des TT simulant des fragments vasculaires longitudinaux qui, en s'unissant, devaient prendre part à la constitution du deuxième vaisseau ou faisceau latéral longitudinal. Après la jonction des branches de T superposées, des mailles rectangulaires étaient achevées, lesquelles étaient limitées transversalement par les tiges des T. Quand les fragments vasculaires sont en YY, la réunion de ces branches donne lieu à des mailles à côté externe convexe, et le vaisseau longitudinal qui en résulte est sinueux. Assez souvent, surtout près du sommet des feuilles, les mailles débutent sur le faisceau ou vaisseau latéral longitudinal sous-jacent, non plus par des T, mais par de simples vaisseaux transverses droits ou inclinés en avant, les branches vasculaires qui doivent former le côté externe des mailles ne se développant que plus tard.

» Ces faits ont été observés dans la formation de la partie supérieure de deuxièmes, de troisièmes et de quatrièmes faisceaux longitudinaux de feuilles de 37^{mm}, 53^{mm}, 85^{mm} du *Tragopogon pratensis* et aussi dans le

T. major, etc. Mais, quand la végétation est très active, ces modifications ne sont pas toujours constatées.

» Les mailles primaires, de dimensions si diverses, formées comme il a été dit plus haut, sont plus tard subdivisées en mailles secondaires par des vaisseaux ou par des fascicules longitudinaux ou transverses qui donnent lieu à un réseau de mailles plus petites, de formes très variées. Ces mailles secondaires peuvent aussi débuter par des fragments vasculaires de position et d'aspect les plus différents, dont la description ne peut trouver place ici, faute d'espace. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Effets physiologiques et thérapeutiques d'un liquide extrait de la glande sexuelle mâle;* par MM. **Brown-Séquard** et **d'Arsonval**.

« Nous avons l'honneur de communiquer à l'Académie l'exposé des principaux résultats obtenus par plus de douze cents médecins auxquels nous avons fourni du liquide orchitique ([1]). Les effets physiologiques et thérapeutiques si remarquables qui ont été obtenus à l'aide d'injections sous-cutanées de ce liquide, de 1889 à 1892, et que l'un de nous a fait connaître à l'Académie l'an dernier ([2]), méritaient, pensions-nous, d'être soumis à des vérifications multipliées. Nous avons, en conséquence, fait appel à une sorte de suffrage universel intelligent, et nous avons annoncé que nous étions prêts à donner du liquide à tous les médecins de France ou de l'Étranger qui nous en feraient la demande, à la condition qu'ils nous adresseraient en même temps l'histoire clinique des malades sur lesquels ils désiraient essayer ce mode de traitement, et en nous promettant aussi de nous fournir les détails relatifs aux effets du liquide, au fur et à mesure de son emploi.

» Nous devons dire que les résultats ont dépassé de beaucoup les espérances que les faits connus, il y a un an, nous donnaient le droit d'avoir. Non-seulement les maladies qui avaient été signalées comme cédant souvent à l'influence physiologique exercée par le liquide y ont cédé plus fréquemment et plus rapidement qu'avant le mois de mai dernier, mais

---

([1]) Du mot grec ὄρχις ou latin *orchis,* qui veut dire testicule, glande sexuelle mâle, dont est retiré le liquide dont nous avons fait usage.

([2]) Voyez *Comptes rendus,* t. CXIV, p. 1237 et 1318; mai et juin 1892.

nombre d'autres maladies, que nous ne pouvions guère supposer capables de s'améliorer ou de disparaître sous cette influence, ont aussi été l'objet des plus favorables changements.

» Les maladies qui ont été traitées avec succès par le liquide orchitique ne l'auraient peut-être jamais été sans la foi des malades qui, ayant appris les résultats obtenus par cet agent physiologiquement thérapeutique, ont insisté énergiquement auprès de médecins incrédules pour qu'on leur fît des injections de ce liquide. Nous mentionnons ce fait pour montrer que les médecins auxquels nous avons eu affaire ont été des témoins de faits qu'ils ne tenaient guère à constater et que leurs assertions à l'égard des améliorations produites sont plutôt au-dessous qu'au-dessus de la vérité.

» Voici maintenant la liste des faits, en commençant par les maladies qui ont été le plus fréquemment traitées.

» L'affection qui nous fournit à la fois et le plus de cas et la plus grande proportion de guérison est l'ataxie locomotrice, qui dépend, comme on le sait, d'une sclérose de certaines parties des cordons postérieurs de la moelle épinière. Nous proposant d'en parler spécialement dans une Communication subséquente, nous nous bornerons à dire aujourd'hui qu'en ne prenant sur les 405 cas qui nous ont été fournis que les 342 qui ne peuvent laisser aucun doute quant au diagnostic, nous trouvons que plus de 314 ont été considérablement améliorés ou complètement guéris, ce qui donne une proportion de 91 à 92 pour 100. Même la maladie de Friedreich, ataxie locomotrice héréditaire, s'améliore considérablement, comme le montrent les deux seuls cas traités jusqu'ici.

» Les autres cas de sclérose de la moelle épinière : sclérose en plaques, sclérose des cordons latéraux ou des antérieurs, sclérose diffuse de la moelle, sur les 117 cas dont le diagnostic est certain, ont donné aussi une proportion de 8 à 9 pour 10 de guérison ou d'amélioration notable.

» Le nombre de cas de tuberculose pulmonaire n'a pas dépassé 67, dans les quatre cinquièmes desquels, ainsi que nous le montrerons ailleurs, des améliorations considérables ont été obtenues comme dans les faits dont l'un de nous a parlé ici l'an dernier et qui ont été observés par MM. Cornil, Dumontpallier, Variot, Lemoine et Hénocque. Les sueurs nocturnes, la toux, la faiblesse, les troubles digestifs, l'insomnie, la fièvre ont cessé. Ces résultats montrent combien il serait important que des recherches sérieuses, et sur une grande échelle, fussent faites à cet égard.

» Dans une Communication faite à l'Académie par l'un de nous ([1]), il a montré combien peut être heureuse l'influence du liquide orchitique sur les cancéreux. L'espoir que la connaissance de ce fait a créé chez un nombre très considérable de malades a conduit près de 100 médecins à faire l'essai de ce mode de traitement. Dans une séance subséquente, nous montrerons que sur 103 malades atteints de cancer superficiel et dont le diagnostic ne pouvait, conséquemment, donner lieu à aucun doute, les améliorations suivantes ont été presque toujours observées : disparition de la teinte jaune-paille et de l'état cachectique, augmentation des forces, cessation des douleurs, des ulcères et des hémorragies, chez les malades qui en avaient, c'est-à-dire un retour à l'état normal, dans la plupart des cas, à part l'existence des tumeurs, qui persistent, mais n'étant plus que ce que serait un simple corps étranger chez un individu sain. Nous ne croyons pas avoir besoin de dire que, quelquefois, malgré presque toutes ces améliorations, des malades qui allaient mourir, ou qui avaient des lésions organiques devant inévitablement causer la mort, sont morts, mais après une lutte plus prolongée qu'on ne l'avait cru.

» Parmi les affections organiques fréquentes qui ont encore donné des preuves de l'influence heureuse du liquide orchitique, nous indiquerons les maladies diverses du cœur, du cerveau, du rein et la myélite.

» Une maladie presque incurable et dont le siège organique n'est certes pas établi, la paralysie agitante, a fourni des résultats vraiment étonnants. Sur 27 cas, 25 ont été considérablement améliorés et, l'amélioration continuant, il est probable que quelques-uns au moins de ces malades seront bientôt guéris. Jusqu'ici cependant un seul cas de guérison parfaite a été obtenu : il s'agit d'un avocat traité à Toulon par le Dr Manoel. Cette terrible maladie, qui faisait le désespoir des médecins et de leurs clients qui en étaient atteints, devient donc une affection guérissable ou tout au moins susceptible d'être arrêtée et de recevoir une grande amélioration.

» Les diverses formes de diabète sucré ou de simple polyurie rentrant dans le groupe des affections que M. Bouchard a justement considérées comme liées à un trouble de nutrition, reçoivent, comme les anémies et les asthénies, l'influence la plus heureuse des injections de liquide orchitique. Même le diabète maigre, celui qui est lié à une affection ou à la destruction du pancréas, s'améliore aussi sous l'influence de ce liquide, employé seul ou avec de l'extrait liquide de pancréas.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 375; 5 septembre 1892.

» L'artério-sclérose, la sclérose du cœur, les albuminuries liées ou non à la sclérose du rein, les contractures et les paralysies de causes organiques diverses (maladies du cerveau, du bulbe, de la moelle, des nerfs), les paralysies réflexes, les névrites, les maladies des poumons autres que la tuberculose, y compris même la gangrène (ce que montrent deux cas), la maladie d'Addison, le goître exophtalmique, les maladies organiques du foie, de l'estomac, de l'intestin, de l'utérus (y compris les tumeurs fibreuses de cet organe), les atrophies et nombre d'autres états morbides organiques se sont améliorés, le plus souvent d'une manière inespérée. Il en est de même de la névrite optique, liée ou non à l'ataxie locomotrice, ainsi que le savent maintenant les oculistes de Paris et de Londres.

» Nous n'avons peut-être pas besoin de dire que dans un très grand nombre de cas, la débilité due à l'âge ou à des maladies diverses, et spécialement à l'influenza, s'est très notablement améliorée ou a même disparu complètement sous l'influence des injections de liquide orchitique.

» L'hystérie, la chorée, les névralgies, la migraine, certaines formes de rhumatisme, la goutte, les fièvres paludéennes ont aussi bénéficié de ces injections. D'autres affections encore sont dans le même cas : je ne nommerai que l'agoraphobie et la paralysie pseudo-hypertrophique.

» A notre grande surprise, une affection à la mode (et qui, si elle n'existe pas aussi souvent qu'on le croit, est néanmoins très fréquente), la neurasthénie, dont plus de quatre-vingts cas ont été traités par notre procédé, n'a pas donné, à beaucoup près autant de cas de guérison ou d'amélioration notable que des cas d'affection organique tels que les diverses scléroses de la moelle. En effet, la proportion des cas décidément heureux de traitement de la neurasthénie n'a été que de 50 à 60 pour 100.

» Ainsi que le montrent les faits mentionnés dans ce travail, il n'est guère de maladie dont les effets n'aient été combattus avec un succès plus ou moins grand à l'aide des injections dont nous nous occupons. Ainsi que nous l'avons déjà dit, c'est à l'action tonifiante énergique que produit le liquide orchitique sur les centres nerveux qu'est surtout due l'influence de ce liquide.

» Ceux qui savent que le système nerveux peut produire les altérations les plus variées dans l'état dynamique et dans l'état organique des différents tissus comprendront aisément que la puissance des centres nerveux, étant augmentée, devienne capable de faire l'inverse et de ramener graduellement et même rapidement à son type normal l'état dynamique des divers tissus. Quant à l'état organique de ces tissus, nous avons de très

nombreuses preuves des modifications heureuses qu'il peut présenter. Ainsi, par exemple, les tumeurs fibreuses de l'utérus, les ulcères de la lèpre ou du cancer peuvent disparaître sous l'influence du liquide orchitique agissant sur les centres nerveux, après absorption. Il n'y a pourtant guère lieu de croire à la possibilité d'une action locale directe du liquide orchitique qui, étant délayé dans la masse du sang, ne peut passer qu'en quantité excessivement minime dans les vaisseaux des parties lésées et surtout dans les tissus ulcérés. Mais l'idée d'une action locale directe est contredite par une expérience que nous avons souvent faite : nous avons lavé, huit ou dix fois par jour, des plaies faites sur des cobayes, avec du liquide orchitique extrêmement dilué et nous n'avons pas vu la cicatrisation s'y faire plus rapidement que sur des plaies, absolument semblables, qui n'avaient pas été soumises à l'action du liquide.

» Nous avons essayé de démontrer ailleurs que le liquide orchitique donne à l'organisme autre chose que l'influence tonifiante qu'il exerce sur la moelle. Nous nous bornerons à dire ici que nous croyons avoir bien établi ailleurs que ce liquide fournit au sang des éléments formateurs de nouvelles cellules. L'action rénovatrice de ce liquide, dans les cas d'affection organique, nous semble être due à la fois à l'entrée de ces éléments dans le sang et à l'augmentation d'énergie des puissances des centres nerveux. Des faits expérimentaux, qu'il nous faut étudier encore, viennent tout à fait à l'appui des arguments qui conduisent à admettre les deux modes distincts d'action du liquide orchitique, à savoir l'introduction dans le sang d'éléments organiques rénovateurs et une influence tonifiante spéciale.

» Nous croyons que ceux-là perdraient leur temps qui chercheraient à trouver dans le liquide orchitique un ou plusieurs principes chimiques capables de produire les deux actions que nous venons de désigner. Il en serait de cette recherche comme de celle que l'on pourrait tenter aussi de faire en essayant de découvrir dans le spermatozoïde ou dans l'ovule le principe chimique qui doit former le foie ou celui qui doit former le cerveau, la rate, le rein ou un organe quelconque.

» *Conclusions.* — 1° Bien que le liquide orchitique ne possède aucune influence curative directe sur les divers états morbides de l'organisme, il peut, après injection sous la peau, guérir ou améliorer considérablement les affections, organiques ou non, les plus variées, ou tout au moins en faire disparaître les effets.

» 2° Ces actions du liquide orchitique sont dues à deux espèces d'influences : par l'une, le système nerveux, gagnant en force, devient capable

d'améliorer l'état dynamique ou organique des parties malades; par l'autre, qui dépend de l'entrée dans le sang de matériaux nouveaux, ce liquide contribue à la guérison d'états morbides par la formation de nouvelles cellules ou d'autres éléments anatomiques. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1893.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Barbier. — MM. Bouchard, Verneuil, Chatin, Charcot, Brown-Séquard réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Duchartre et Larrey.

Prix Desmazières. — MM. Bornet, van Tieghem, Duchartre, Chatin, Trécul réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Duclaux et Ranvier.

Prix Montagne. — La Commission permanente est composée de MM. les Membres de la Section de Botanique.

Prix Thore. — MM. Bornet, Blanchard, van Tieghem, Duchartre, Chatin réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Trécul et Milne-Edwards.

Prix Morogues. — MM. Reiset, Schlœsing, Dehérain, Chambrelent, Duclaux réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chauveau et Duchartre.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Jaggi adresse un Mémoire « sur les fonctions périodiques ».

(Commissaires : MM. Picard, Appell).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. *Paul Tannery*, ayant pour titre : « Recherches sur l'histoire de l'Astronomie ancienne ». (Présenté par M. Faye.)

M. S. **Langley**, Secrétaire de la « Smithsonian Institution », transmet à l'Académie une circulaire relative aux prix de la fondation Hodgkins :

1° Un prix de *dix mille dollars* sera décerné à un travail renfermant d'importantes découvertes sur l'air atmosphérique, sa nature, ses propriétés et ses rapports avec les différentes Sciences;

2° Un prix de *deux mille dollars* à l'essai le plus satisfaisant sur les propriétés et les applications déjà connues de l'air atmosphérique et sur la direction à donner à des recherches devant étendre nos connaissances;

3° Un prix de *mille dollars* au meilleur Traité populaire sur l'air atmosphérique et ses rapports avec l'hygiène;

4° Une médaille d'or, dite *Médaille Hodgkins de la « Smithsonian Institution »* sera décernée tous les ans ou tous les deux ans pour d'importantes contributions à nos connaissances sur l'air atmosphérique ou à ses applications.

Les Mémoires pourront être écrits en anglais, français, allemand ou italien et devront être envoyés avant le 31 décembre 1894 pour le prix de dix mille dollars et avant le 1er juillet 1894 pour les autres.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du* 16 *avril* 1893, *à l'observatoire de Lyon*. Note de M. **Ch. André**, présentée par M. F. Tisserand.

« L'éclipse de Soleil du 16 avril 1893 a été observée ici par M. Gonnessiat (F. G.) à l'équatorial Brunner ($0^m,16$ d'ouverture) avec un grossissement de 100, et par M. Guillaume à la lunette de Biette ($0^m,11$ d'ouverture) avec un grossissement de 45. Par suite de la différence des

pouvoirs absorbants des verres noirs employés par les deux observateurs, l'image solaire était un peu plus brillante dans la lunette de Biette que dans l'équatorial Brunner; d'ailleurs, l'état du ciel n'a pas permis de se servir de réseaux en treillis (toiles métalliques) qui auraient augmenté la netteté des images.

» Seule l'observation du contact d'entrée a pu se faire dans d'assez bonnes conditions; quoique vu à travers un réseau de fins cirrus, le bord solaire était net et peu agité. Pendant presque toute la durée du phénomène, des couches de nuages, d'épaisseur variable, s'interposaient entre le Soleil et l'observateur; non seulement ils permettaient de suivre parfois sans fatigue à l'œil nu les phases de l'éclipse, mais parfois même ils rendaient toute observation impossible. A la sortie, l'image solaire a été notée par les deux observateurs comme très ondulante et, par suite, l'observation comme un peu incertaine.

» Voici les nombres obtenus (temps moyen de Paris) pour les contacts d'entrée et de sortie.

	F. G.	G.
Entrée................	$3^h 45^m 23^s$	$3^h 45^m 28^s$
Sortie................	$4^h 46^m 22^s$	$4^h 46^m 27^s$

» La présence des nuages a rendu difficiles les mesures de la corde commune aux deux astres : M. Gonnessiat a pu néanmoins déterminer quelques angles de position, dont voici les valeurs, corrigées de la réfraction :

Temps moyen de Paris.	Angle de position.	Nombre de pointés.
$3^h.49^m.57^s,1$	$87^\circ,11$	10
4. 3.42,2	75,18	3
4.12.36,2	66,31	2
4.44.29,0	56,74	4

» Aucun des deux observateurs n'a noté de particularités intéressantes; et, la seule caractéristique de cette observation semble être la constance en grandeur (cinq secondes) et en sens de la différence des temps obtenus aux deux instruments pour les heures des deux contacts, constance qu'il me paraît difficile de considérer comme absolument fortuite. »

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse solaire du* 16 *avril* 1893, *faite à l'observatoire d'Alger*. Note de M. **Ch. Trépied**, présentée par M. Tisserand.

« L'éclipse a été observée dans un ciel très pur. Les instants des contacts, déterminés par différents observateurs, sont les suivants, exprimés en temps moyen de Paris.

Observateurs.	Premier contact.	Dernier contact.	Ouverture employée.
	h m s	h m s	m
Rambaud......	3.24.26	5.9.16	0,31
Spée..........	3.24.21	»	0,25
Sy............	»	5.9. 5	0,08
Trépied........	3.24.27	5.9. 6	0,10

» Pendant la durée du phénomène, trente-deux photographies ont été prises de l'éclipse à l'équatorial photographique de $0^m,33$ par M. Renaux et par moi-même, avec une durée d'exposition d'environ $\frac{1}{6000}$ de seconde, l'ouverture de l'objectif ayant été réduite à 10^{cm}. Je demande la permission de placer sous les yeux de l'Académie quelques épreuves, dont l'une correspond à l'instant, voisin de la plus grande phase, où le bord de la Lune est arrivé au contact avec une tache solaire.

» M. Spée, astronome à l'observatoire de Bruxelles, de passage à l'observatoire d'Alger, a bien voulu se charger d'examiner s'il se produirait quelque modification des raies du spectre solaire, soit dans le voisinage des cornes, soit au point de contact du disque lunaire avec la tache. La Note qui suit rend compte des observations qu'il a faites dans ce but. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation de l'éclipse de Soleil du* 16 *avril* 1893. Note de M. **Spée**, présentée par M. Tisserand.

« Bien que l'éclipse du 16 avril ne dût couvrir, à l'observatoire d'Alger, que les 43 centièmes du disque solaire, il avait paru intéressant de s'assurer si le caractère des lignes spectrales, dans le voisinage des *cornes*, ne présentait aucun changement. L'observation a pu être faite dans les meilleures conditions avec le spectroscope de Thollon et une image solaire de 6^{cm} de diamètre; le résultat a été négatif.

» Le disque lunaire s'avança sur le Soleil suffisamment pour atteindre une tache nucléaire de grande dimension. Lorsque cette tache était amenée sur la fente du spectroscope, elle traçait une bande noire dans laquelle toutes les lignes spectrales se trouvaient renforcées. L'image fut amenée de façon à ce que la tache et le disque lunaire se projetassent sur la fente. La Lune s'avança progressivement, le contact s'établit et, même à ce moment, il n'y eut aucune modification des raies. La région F, celle du magnésium, le groupe D, la raie C furent successivement étudiées. Au moment de la plus grande phase, les lignes du magnésium, b^1, b^2 et b^4 étaient plus accentuées et semblaient de droite et de gauche être entourées de lignes très fines, allant en décroissant et rappelant ce qu'en spectroscopie l'on désigne sous le nom de *persiennes*. C était terminé en *fer de lance*, pénétrant dans la chromosphère, très vive en cette région, alors qu'on ne pouvait l'apercevoir dans F. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Méthode spectro-photographique pour l'étude de la couronne solaire.* Note de M. **George Hale.**

« Dans les *Comptes rendus* du 6 mars dernier, M. Janssen a parlé de ma méthode spectro-photographique et de mes résultats en des termes élogieux qui m'ont beaucoup flatté.

» L'illustre maître a rappelé, en même temps, qu'il avait imaginé, en 1869, la méthode d'après laquelle est construit l'instrument que nous employons actuellement pour obtenir des images monochromatiques du Soleil.

» N'ayant eu connaissance des publications de M. Janssen en 1869 que par les *Comptes rendus* du 6 mars dernier, j'avais imaginé de mon côté, en 1889, la méthode que je cherche actuellement à perfectionner afin de l'appliquer à des recherches nouvelles.

» Je m'empresse de féliciter M. Janssen d'avoir le premier imaginé une méthode photographique qui a déjà permis d'étendre considérablement nos connaissances sur le Soleil.

» Une des applications qui me préoccupe est la recherche de la couronne solaire en dehors des éclipses totales.

» Depuis la Note que j'ai adressée sur ce sujet à l'Académie le 6 mars, j'ai trouvé que les meilleurs résultats seraient obtenus en faisant tomber, sur la deuxième fente du spectrohéliographe, la raie noire K ou quelque

autre raie noire dans les spectres superposés de la couronne et de l'atmosphère terrestre.

» On sait que la lumière coronale donne trois spectres distincts :

» 1° Un spectre de raies brillantes dont la raie K est l'une ; 2° un spectre continu ; 3° un spectre solaire faible.

» La partie la plus intense de la lumière coronale correspond au spectre continu. Si l'on fait tomber sur la deuxième fente la raie sombre K, l'intensité de la lumière atmosphérique sera réduite de beaucoup, et fera sur la plaque sensible une impression relativement faible [1]; d'ailleurs, le spectre continu de la couronne y aura son éclat normal, et l'action chimique sera plus forte par la raie brillante K. A cause de la faiblesse de la lumière coronale, la dispersion employée doit être faible et la marche des fentes très lente. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction d'un système différentiel quelconque à une forme linéaire et complètement intégrable du premier ordre.* Note de M. **Riquier**, présentée par M. Darboux.

« Dans deux Notes présentées à l'Académie le 28 mars 1892 et le 27 février 1893, j'ai indiqué comment on pouvait, de deux manières différentes, *ramener l'intégration de systèmes différentiels quelconques à celle de systèmes harmoniques complètement intégrables, d'ordre généralement supérieur à* 1. Cette première réduction une fois effectuée, on peut, comme je viens d'en acquérir la certitude, en effectuer une seconde.

» Étant donné un système harmonique complètement intégrable, dont je désignerai l'ordre par K, si l'on partage en groupes les diverses équations qui le composent suivant que les premiers membres des équations dont il s'agit appartiennent à telle ou telle des fonctions inconnues, et si, dans chacun des groupes résultants, on évalue le nombre des équations d'ordre K, je nommerai, pour abréger, *genre* du système le plus grand des entiers positifs ainsi obtenus.

» Cela posé, j'ai pu établir en toute rigueur la proposition suivante :

» *Tout système harmonique et complètement intégrable, d'ordre supérieur*

---

[1] Cette méthode diffère de celle employée pour l'observation des protubérances, car il ne s'agit pas ici d'une diminution de la lumière atmosphérique par augmentation de la dispersion du spectroscope.

à 1, se ramène à un système harmonique et complètement intégrable, qui est :

Ou d'ordre moindre,

Ou d'ordre égal, mais de genre moindre.

» On peut donc, de proche en proche, *ramener un système harmonique et complètement intégrable, d'ordre supérieur à 1, à un système harmonique et complètement intégrable du premier ordre.*

» D'un autre côté, *tout système harmonique et complètement intégrable du premier ordre est réductible à un système de même nature, possédant en outre la forme linéaire par rapport aux dérivées des fonctions inconnues.*

» En résumé donc, *l'intégration de systèmes différentiels quelconques se ramène à celle de systèmes linéaires et complètement intégrables du premier ordre.*

» L'exposition détaillée de ces nouveaux résultats fera l'objet d'un Mémoire que je compte publier prochainement. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la vérification du compteur de vapeur et son application à la mesure de la sursaturation et de la surchauffe.* Note de M. **H. Parenty**, présentée par M. Sarrau.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie la vérification du compteur de vapeur décrit dans ma Note du 5 avril 1886 et mon Mémoire du 1er août 1887.

» La vapeur, en franchissant le premier orifice convergent de mon rhéomètre biconique, y éprouve une perte de charge h. Le débit par heure et par centimètre carré de section est

$$\Pi_0 = 3600 m\omega\sqrt{2gh\omega_0} = 1,591\sqrt{h\varpi_0}. \quad (1)$$

» $\sqrt{h}$ est mesuré par les écarts d'un fléau de balance soutenant la cuvette mobile d'un manomètre dont le tube s'évase inférieurement en pavillon de trompette.

» p_0, qui définit ϖ_0, est mesuré par les écarts d'un second levier dont la position moyenne est perpendiculaire à celle du fléau et qui obéit à un manomètre à piston.

» $\sqrt{h\varpi_0}$ résulte des écarts d'un troisième levier assujetti au point de croisement des deux autres et actionnant l'enregistreur et le totalisateur.

» J'ai contrôlé p_0 et h au moyen de deux manomètres, métallique et liquide, et le débit au moyen d'un serpentin muni d'une pompe à vide et condensant la vapeur. Les expériences ont duré une heure avec lecture toutes les quinze minutes. Avec un rhéomètre de 4^{cmq} de section, ce débit de quinze minutes correspond au débit horaire de 1^{cq}. Je n'ai eu à modifier aucun des coefficients calculés *a priori* dans mon Mémoire.

	Éléments du calcul $h = p_0 - p_1$		Manomètre différenciel			Ordonnée et 3e levier $5,37 \times 281,64\sqrt{h\varpi_0}$		Totalisateur		Débit expérimental $0^{mq},0001$.
p_0.	Mercure.	Eau.	Degrés $5,37\sqrt{h}$.	$281,64 \times \sqrt{\varpi_3}$.	Débit.	Degrés.	$\times 1,8$ Débit.	Unités.	$\times 0,72$ Débit.	
k	m	m	o		k	o mm	k		k	k
4.....	0,250	3,16	100	1,46	146	84	151	204	148	145
6.....	0,235	2,97	97	1,70	165	96	172	227	164	165
3 + ε..	0,193	2,43	89	1,32	127	69	124	168	120	115
3 + ε..	0,194	2,44	88	1,32	115	72	129	162	118	120
5 + ε..	0,175	2,19	83,5	1,59	133	78	139	195	137	133
5 + ε..	0,172	2,18	83	1,59	132	77	136	192	136	136
5,6...	0,156	1,97	78,5	1,66	130	75	135	180	129	130
6,25..	0,133	1,68	73	1,74	127	73	130	170	123	130
5 + ε..	0,120	1,52	69,2	1,59	109	66,6	120	153	110	112
5,25..	0,090	1,14	60	1,62	97	55	99	137	98	97
5,25..	0,090	1,14	58	1,62	94	53	98	132	95	97
6 + ε..	0,076	0,95	55	1,72	95	54	97	134	97	98
6.....	0,055	0,70	47	1,71	81	46	83	115	83	98
5,25..	0,055	0,70	47	1,62	76	44	79	110	79	77
6,25..	0,027	0,23	30	1,74	53	29	52	75	53	54
6,25..	0,008	0,10	18	1,74	32	17	31	41	30	32
6,25..	0,005	0,06	14	1,74	24	13	24	31	22	24

» En définitive, dans ces expériences, où h n'a pas dépassé $0^{kg},3$ pour des pressions variant de 3^{kg} à 6^{kg}, la formule (1), exactement traduite par le compteur, concorde d'une façon remarquable avec le débit. Dans ces limites la vapeur d'eau saturée s'écoule exactement comme un liquide.

» *Mesure de la sursaturation et de la surchauffe.* — Lorque la vapeur est humide ou surchauffée, le facteur ϖ_0, que j'ai emprunté aux Tables de Zeuner, doit subir une correction. L'indication du compteur est inférieure ou supérieure au débit expérimental. Cette erreur, si elle est connue, définit fort exactement la qualité de la vapeur employée. Je supposerai, pour la vapeur humide, que l'eau se répartit à la façon d'un brouillard dans la

masse entière; pour la vapeur surchauffée, que la densité suit la loi de Gay-Lussac. Les poids du mètre cube d'une vapeur contenant x d'eau ou surchauffée à t_1^0 deviennent

$$(2) \qquad \varpi_0' = \frac{\varpi}{1 - x + \varpi_0(1 + \beta t_0)x} = \frac{\varpi_0}{1 - x} + \varepsilon,$$

$$(3) \qquad \varpi_0'' = \varpi_0 \frac{1 + at_1}{1 + at_0}.$$

Le terme $\varpi_0(1 + \beta t_0)x$ est négligeable. Soient maintenant Π_0, Π_0', Π_0'' les débits calculés et expérimentaux,

$$(4) \qquad \left(\frac{\Pi_0}{\Pi_0'}\right)^2 = 1 - x > 0,$$

$$(5) \qquad \left(\frac{\Pi_0}{\Pi_0''}\right)^2 = \frac{1 + at_1}{1 + at_0} > 0.$$

Ce rapport fournit, suivant qu'il est inférieur ou supérieur à l'unité, le taux de vapeur contenu réellement dans le mélange, ou le degré de surchauffage. Le compteur piézométrique peut donc être substitué pour la recherche des qualités d'une vapeur industrielle, au procédé calorimétrique qui consiste à évaluer le réchauffement éprouvé par une masse d'eau lorsqu'on y condense un poids déterminé de vapeur, et je me propose de comparer ces deux méthodes. Il est facile d'imaginer, d'ailleurs, une disposition portative composée d'un rhéomètre de très petit orifice, d'un manomètre, d'un manomètre différenciel, enfin d'un serpentin, pouvant faire connaître la qualité de la vapeur en divers points d'une canalisation importante.

» *Erreurs du compteur dans les cas de sursaturation et de surchauffe.* — Si l'on n'a pas déterminé la qualité de la vapeur mesurée au compteur, la proportion d'erreur commise est

$$(6) \qquad \frac{\Pi_0' - \Pi_0}{\Pi_0'} = 1 - (1 - x)^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}x + \varepsilon,$$

$$(7) \qquad \frac{\Pi_0'' - \Pi_0}{\Pi_0} = \frac{(1 + at_1)^{\frac{1}{2}} - (1 + at_0)^{\frac{1}{2}}}{(1 + at_0)^{\frac{1}{2}}}.$$

Pour la vapeur humide, elle est sensiblement égale à la moitié de la proportion d'eau. Dans un certain nombre de générateurs, cette proportion varie peu et l'on peut en tenir un compte suffisant en multipliant les indications du compteur par un coefficient déterminé.

» MM. Sautter-Harlé ont gracieusement mis à ma disposition pour cette

expérience le laboratoire construit par eux pour les essais de la Marine, la vapeur surchauffée dans les carnaux est de bonne qualité, mais plutôt humide. Je remercie spécialement MM. Harlé et Rey de leur aimable collaboration. »

PHYSIQUE. — *Sur la tension de la vapeur d'eau saturée.* Note de M. **Antoine.**

« En appliquant la formule de Roche

$$p = \mathrm{A}\alpha^{\frac{t}{1+mt}},$$

Regnault a calculé ([1]) que, d'après cette formule :

« La vapeur d'eau perdrait son élasticité à une température d'en« viron 210° au-dessous de o ... ».

» La relation ([2])

$$\log p = \mathrm{A} - \frac{\mathrm{B}}{t + \mathrm{C}}$$

conduit, d'après les expériences de Regnault, à prendre — 225°, pour le zéro absolu de la vapeur d'eau.

» D'après les expériences de MM. Cailletet et Colardeau, ce zéro absolu serait à environ — 260°.

» En exprimant les tensions p en atmosphères, on aurait

$$(a) \qquad \log p = 5,4310 - \frac{1956}{t + 260},$$

$$(b) \qquad t + 260 = \frac{1956}{54310 - \log p}.$$

» La relation (a) a donné, pour le calcul des tensions observées ([3]) par MM. Cailletet et Colardeau :

([1]) *Mémoires de Regnault,* t. I, p. 619.

([2]) *Annales de Physique et de Chimie,* février 1891.

([3]) *Ibid.,* avril 1892.

Températures centigrades.	Tensions de la vapeur d'eau saturée observées.	calculées Clausius.	M. J. Bertrand.	Formule (a).
°	atm	atm	atm	atm
100	1,0	1,0	1,0	1,0
125	2,2	2,3	2,2	2,2
150	4,7	4,7	4,5	4,6
175	8,8	8,6	8,4	8,6
200	15,3	15,1	14,8	15,1
225	25,1	25,2	24,6	25,0
250	39,2	39,5	38,9	39,4
275	59,4	59,3	59,1	59,6
300	86,2	86,2	86,2	86,7
325	121,6	121,6	122,0	122,2
350	167,5	167,3	167,8	167,7
365	200,5	200,5	200,5	200,2

» Les températures, calculées pour les tensions ci-dessus, seraient

Tensions.	Températures observées.	formule (b).	Tensions.	Températures observées.	formule (b).
atm	°	°	atm	°	°
1,0	100	100	39,2	250	250
2,2	125	124	59,4	275	275
4,7	150	151	86,2	300	300
8,8	175	176	121,6	325	324
15,3	200	200	167,5	350	350
25,1	225	225	200,5	365	365

Pour les faibles tensions, on aurait

Tensions.	Températures. Regnault.	Formule (b).	Tensions.	Températures. Regnault.	Formule (b).
atm	°	°	atm	°	°
0,1	46	44	0,6	86	86
0,2	60	59	0,7	90	90
0,3	69	69	0,8	94	94
0,4	76	76	0,9	97	97
0,5	82	81			

» Les températures, calculées d'après la formule (b), sont, pour les faibles tensions, moins approchées que celles qui sont déduites de la re-

lation ([1])

$$t + 225 = \frac{1638 - 0,0005p^2}{5,0402 - \log p}.$$

» Mais la relation (b) est plus conformé à la loi générale ([2])

$$\frac{p}{\left(\frac{dp}{d\theta}\right)} = \mathrm{M}\theta^2,$$

dans laquelle les températures θ sont comptées à partir d'un zéro absolu spécial à chaque vapeur. »

OPTIQUE. — *Sur la mesure des grandes différences de marche en lumière blanche.* Note de M. **P. Joubin**, présentée par M. Mascart.

« Je prie l'Académie de bien vouloir me permettre de répondre en quelques mots à une remarque de M. Cornu concernant ma Note, parue il y a trois semaines sous le titre précédent. Le principe de la méthode, que je croyais nouveau, se trouve énoncé, en effet, dans l'ouvrage de Billet qui rappelle les observations de Fresnel et d'Arago. Mais il n'est appliqué qu'à l'*observation* de faibles différences de marche (quelques longueurs d'onde), tandis que je l'applique à la *mesure* de retards valant *plusieurs milliers de longueurs* d'onde.

» J'ai de même eu connaissance, depuis l'impression de ma Note, d'un Mémoire de M. Sirks (*Annales de Poggendorff*, t. CXL et CXLI) se rapportant au même sujet. Toutefois l'auteur conclut qu'il n'est pas possible de mesurer avec précision des différences de marche un peu considérables, et que la méthode n'est pas à recommander. J'ai montré, au contraire, que, grâce à l'observation de la *frange achromatique*, dont la théorie est due à M. Cornu, la précision est aussi grande qu'en lumière homogène. »

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Sur des systèmes rationnels d'expressions en dimensions des grandeurs électriques et magnétiques.* Note de M. **E. Mercadier**, présentée par M. Cornu.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 800), j'ai montré que de simples considérations d'homogénéité conduisent aux re-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 328.
([2]) *Comptes rendus*, t. CVII, p. 681, 778 et 836.

lations générales suivantes entre les coefficients k, k', a, et λ des lois de Coulomb, d'Ampère et de Laplace

$$\frac{k}{a} = n\,\mathrm{L}^2\mathrm{T}^{-2}, \tag{1}$$

$$\frac{kk'}{\lambda^2} = n\,\mathrm{L}^2\mathrm{T}^{-2}, \tag{2}$$

et

$$\lambda^2 = ak', \tag{3}$$

conséquence des deux premières; et cela, *quels que soient* k, k', a *et* λ, constantes numériques ou grandeurs physiques, et avec cette seule hypothèse, que les grandeurs électriques sont exprimables en longueurs, temps et masses.

» Il en résulte qu'on peut exprimer en dimensions chaque grandeur électrique de plusieurs manières en fonction : soit de k, soit de a, soit de λ et k', soit de k et a, soit de λ, k et k', etc., en partant de la définition expérimentale de cette grandeur, et en se servant des relations générales nécessaires ci-dessus. Ces expressions diverses ne renfermeront rien d'arbitraire, et elles seront équivalentes, ce qui est indispensable, car une même grandeur ne peut avoir qu'une seule définition physique, exprimable d'une seule manière en fonction des unités fondamentales.

» Le Tableau ci-contre contient, comme exemple, cinq de ces systèmes rationnels d'expressions en dimensions des principales grandeurs électriques : trois simples, et deux *mixtes* obtenus en multipliant deux des expressions d'une même grandeur dans deux systèmes simples : les noms que je propose de leur donner s'expliquent d'eux-mêmes. K, K', A, Λ représentent les *unités* de k, k', a, λ, et r un *certain nombre*.

Systèmes rationnels de dimensions.

	Système Coulomb. (expressions en fonction de K)	*Système Ampère.* (expressions en fonction de A)	*Système Laplace.* (expressions en fonction de Λ et K′)
uantité d'électricité......	$Q_k = n\frac{1}{\sqrt{\mathrm{K}}}\mathrm{M}^{\frac{1}{2}}\mathrm{L}^{\frac{3}{2}}\mathrm{T}^{-1}$	$Q_a = n\sqrt{\frac{1}{\mathrm{A}}}\mathrm{M}^{\frac{1}{2}}\mathrm{L}^{\frac{1}{2}}$	$Q_\lambda = n\frac{\sqrt{\mathrm{K}'}}{\Lambda}\mathrm{M}^{\frac{1}{2}}\mathrm{L}^{\frac{1}{2}}$
otentiel................	$V_k = n\sqrt{\mathrm{K}}\,\mathrm{M}^{\frac{1}{2}}\mathrm{L}^{\frac{1}{2}}\mathrm{T}^{-1}$	$V_a = n\sqrt{\mathrm{A}}\,\mathrm{M}^{\frac{1}{2}}\mathrm{L}^{\frac{3}{2}}\mathrm{T}^{-2}$	$V_\lambda = n\frac{\Lambda}{\sqrt{\mathrm{K}'}}\mathrm{M}^{\frac{1}{2}}\mathrm{L}^{\frac{3}{2}}\mathrm{T}^{-2}$
apacité................	$C_k = n\frac{1}{\mathrm{K}}\mathrm{L}$	$C_a = n\frac{1}{\mathrm{A}}\mathrm{L}^{-1}\mathrm{T}^2$	$C_\lambda = n\frac{\mathrm{K}'}{\Lambda^2}\mathrm{L}^{-1}\mathrm{T}^2$

	Système Coulomb. (expressions en fonction de K)	*Système Ampère.* (expressions en fonction de A)	*Système Laplace.* (expressions en fonction de $\mathsf{\Lambda}$ et $\mathsf{K'}$)
Intensité de courant.......	$I_k = n\frac{1}{\sqrt{\mathsf{K}}}\mathsf{M}^{\frac{1}{2}}\mathsf{L}^{\frac{3}{2}}\mathsf{T}^{-2}$	$I_a = n\sqrt{\frac{1}{\mathsf{A}}}\mathsf{M}^{\frac{1}{2}}\mathsf{L}^{\frac{1}{2}}\mathsf{T}^{-1}$	$I_\lambda = n\frac{\sqrt{\mathsf{K'}}}{\mathsf{\Lambda}}\mathsf{M}^{\frac{1}{2}}\mathsf{L}^{\frac{1}{2}}\mathsf{T}^{-1}$
Résistance................	$R_k = n\mathsf{K}\mathsf{L}^{-1}\mathsf{T}$	$R_a = n\mathsf{A}\mathsf{L}\mathsf{T}^{-1}$	$R_\lambda = n\frac{\mathsf{\Lambda}^2}{\mathsf{K'}}\mathsf{L}\mathsf{T}^{-1}$
Auto-induction...........	$L_k = n\mathsf{K}\mathsf{L}^{-1}\mathsf{T}^2$	$L_a = n\mathsf{A}\mathsf{L}$	$L_\lambda = n\frac{\mathsf{\Lambda}^2}{\mathsf{K'}}\mathsf{L}$
Quantité de magnétisme...	»	»	$\mu_\lambda = n\frac{1}{\sqrt{\mathsf{K'}}}\mathsf{M}^{\frac{1}{2}}\mathsf{L}^{\frac{3}{2}}\mathsf{T}^{-1}$

Systèmes mixtes.

Système Coulomb-Ampère.	Système Coulomb-Laplace.
$Q^2_{ca} = n\frac{1}{\sqrt{\mathsf{AK}}}\mathsf{M}\mathsf{L}^2\mathsf{T}^{-1}$	$Q^2_{c\lambda} = n\frac{\sqrt{\mathsf{K'}}}{\mathsf{\Lambda}\sqrt{\mathsf{K}}}\mathsf{M}\mathsf{L}^2\mathsf{T}^{-1}$
$V^2_{ca} = n\sqrt{\mathsf{AK}}\,\mathsf{M}\mathsf{L}^2\mathsf{T}^{-3}$	$V^2_{c\lambda} = n\frac{\mathsf{\Lambda}\sqrt{\mathsf{K}}}{\sqrt{\mathsf{K'}}}\mathsf{M}\mathsf{L}^2\mathsf{T}^{-3}$
$C^2_{ca} = n\frac{1}{\mathsf{AK}}\mathsf{T}^2$	$C^2_{c\lambda} = n\frac{\mathsf{K'}}{\mathsf{\Lambda}^2\mathsf{K}}\mathsf{T}^2$
$I^2_{ca} = n\frac{1}{\sqrt{\mathsf{AK}}}\mathsf{M}\mathsf{L}^2\mathsf{T}^{-3}$	$I^2_{c\lambda} = n\frac{\sqrt{\mathsf{K'}}}{\mathsf{\Lambda}\sqrt{\mathsf{K}}}\mathsf{M}\mathsf{L}^2\mathsf{T}^{-3}$
$R^2_{ca} = n\,\mathsf{AK}$	$R^2_{c\lambda} = n\frac{\mathsf{\Lambda}^2\mathsf{K}}{\mathsf{K'}}$
$L^2_{ca} = n\,\mathsf{AK}\mathsf{T}^2$	$L^2_{c\lambda} = n\frac{\mathsf{\Lambda}^2\mathsf{K}}{\mathsf{K'}}\mathsf{T}^2$
$\mu^2_{ca} = n\frac{\sqrt{\mathsf{AK}}}{\mathsf{\Lambda}^2}\mathsf{M}\mathsf{L}^2\mathsf{T}^{-1}$	$\mu^2_{c\lambda} = n\frac{\sqrt{\mathsf{K}}}{\mathsf{\Lambda}\sqrt{\mathsf{K'}}}\mathsf{M}\mathsf{L}^2\mathsf{T}^{-1}$

» Formules de transformation pour passer d'un système aux autres :

$$\frac{\mathsf{K}}{\mathsf{A}} = \mathsf{L}^2\mathsf{T}^{-2}; \qquad \frac{\mathsf{KK'}}{\mathsf{\Lambda}^2} = \mathsf{L}^2\mathsf{T}^{-2}; \qquad \mathsf{\Lambda}^2 = \mathsf{AK'}.$$

» Dans tous les calculs d'homogénéité, on pourra se servir à volonté, pour chacune des grandeurs électriques, de l'une quelconque de ses expressions renfermées dans le Tableau; on choisira dans chaque cas la plus simple ou la plus commode.

» A l'inspection de ce Tableau on voit immédiatement des relations curieuses comme celle-ci : *le carré d'une résistance est représenté, à un fac-*

teur numérique près, par le produit des coefficients des lois de Coulomb et d'Ampère (voir R_{ca}^2 dans le système Coulomb-Ampère).

» On voit aussi beaucoup d'autres relations indépendantes de celles qui ont servi à constituer les expressions renfermées dans le Tableau, relations provenant de combinaisons déjà connues, mais qui acquièrent, d'après ce qui précède, une généralité complète.

» Soit que, dans ces combinaisons, les coefficients k, k', a, λ disparaissent, les unités mécaniques restant seules avec un facteur numérique; soit même que ces unités-elles mêmes disparaissent, et que le facteur numérique reste seul.

» Ainsi, l'expression RI^2t représente toujours une énergie $\mathsf{ML^2T^{-2}}$ (c'est la loi de Joule) : les expressions LI^2 et CV^2 représentent aussi une énergie; CR, $\frac{L}{R}$, $\sqrt{CL}$ représentent un temps $n\mathsf{T}$; $\frac{CR^2}{L}$ représente une quantité numérique n, etc. Et cela, de *quelque nature que soient* k, k', a et λ.

» On remarquera que les systèmes des dimensions appelés ordinairement *électrostatique* et *électromagnétique* ne sont pas compris dans le Tableau. C'est qu'ils ne sont pas indépendants de la nature physique des coefficients k, k', a et λ. Dans le premier, on suppose que k est un coefficient purement numérique; dans le second, on suppose que c'est k' et aussi λ, et, par suite, a d'après l'équation (3). Or l'hypothèse qui fait de k un nombre est inadmissible, car les faits les plus simples montrent que le pouvoir inducteur spécifique, représenté par k^{-1}, varie avec tous les diélectriques. Les autres hypothèses sont beaucoup plus vraisemblables; mais tant qu'on n'aura pas montré, *sans contestation possible*, quelle est la vraie nature physique des coefficients a, k', λ, il n'est pas rationnel de donner aux quantités électriques des dimensions où cette nature est préjugée.

» On remarquera aussi qu'il n'a pas été question jusqu'à présent de systèmes *d'unités* électriques. C'est que déterminer les *dimensions* des grandeurs électriques et magnétiques, ou bien déterminer un système cohérent et rationnel d'*unités* auxquelles on doit rapporter ces grandeurs pour en obtenir les *valeurs numériques*, sont deux questions tout à fait distinctes. Malheureusement, on peut affirmer qu'on les a trop confondues, et même, que des nécessités d'ordre en quelque sorte industriel ont beaucoup contribué à cette confusion, en faisant prédominer la question pratique des *unités* sur la question théorique des *dimensions*.

» Je reviendrai plus tard sur ce point. »

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure de la différence de phase de deux courants sinusoïdaux.* Note de M. **Désiré Korda**, présentée par M. Lippmann.

« Une spire, placée dans un champ magnétique tournant et mise en rotation synchrone avec le champ, ne peut devenir le siège d'aucun courant induit, tant que le diagramme du champ reste un cercle et qu'en même temps l'axe de rotation reste perpendiculaire au plan du champ. Mais dès que l'une ou l'autre de ces deux conditions cesse d'être remplie, notamment dès que l'intensité du champ tournant est représentée par une ellipse, il s'établit dans la spire un courant ayant deux fois plus de périodes par seconde que le champ ([1]). Nous pouvons en profiter pour mesurer directement la différence de phase φ de deux courants sinusoïdaux $I_1 \sin \frac{2\pi}{T} t$ et $I_2 \sin\left(\frac{2\pi}{T} t - \varphi\right)$ dont nous ne connaissons ni les intensités I_1 et I_2, ni la durée de période T.

» Formons un champ magnétique tournant, soit au moyen d'un anneau Gramme à deux enroulements ou bien avec deux paires de bobines perpendiculaires l'une sur l'autre, excitées par les deux courants en question. Faisons tourner dans ce champ, au moyen d'un moteur synchrone, une bobine, reliée soit à un électromètre, soit à un électrodynamomètre, soit à un téléphone. Si l'on avait $I_1 = I_2$ et $\varphi = 90°$, l'appareil intercalé indiquerait l'absence de tout courant induit. Le résultat reste le même, si l'on sépare les deux composantes du champ tournant, à l'aide soit de deux anneaux Gramme parallèles, recevant chacun le courant alternatif par deux points diamétralement opposés, soit de deux paires de bobines juxtaposées. Ces dispositifs nous permettent de faire varier l'angle ψ, que forment les deux champs entre eux, à volonté, en faisant tourner, autour de l'axe commun, l'un des anneaux ou l'une des paires de bobines par rapport à l'autre.

» Si l'on a un champ tournant, l'intensité qui résulte des deux composantes magnétiques

$$H_1 = k_1 I_1 \sin \frac{2\pi}{T} t,$$

$$H_2 = k_2 I_2 \sin\left(\frac{2\pi}{T} t - \varphi\right),$$

([1]) Voir ma Note précédente (*Comptes rendus,* séance du 17 avril).

formant un angle ψ entre elles, peut être représentée par une ellipse dont l'équation en coordonnées obliques s'obtient en éliminant la variable t des équations ci-dessus. On aura ainsi

$$H_2^2 + H_1^2 \left(\frac{k_2 I_2}{k_1 I_1}\right)^2 - 2 H_1 H_2 \frac{k_2 I_2}{k_1 I_1} \cos\varphi = k_2^2 I_2^2 \sin^2$$

et, pour le rayon vecteur de cette courbe rapportée à son centre comme origine,

$$\rho^2 = H_2^2 + H_1^2 + 2 H_1 H_2 \cos\psi.$$

» On voit tout de suite que, dès qu'on fait

$$\cos\psi = -\frac{k_2 I_2}{k_1 I_1} \cos\varphi,$$

le champ est représenté par une ellipse dont un axe coïncide avec un des axes des coordonnées, et, d'autre part, dès qu'on fait en même temps $k_2 I_2 = k_1 I_1$ et $\cos\psi = -\cos\varphi$, ou bien

$$\psi = 180^\circ - \varphi,$$

c'est-à-dire que l'angle des bobines devient un angle supplémentaire de la différence de phase, on obtient, pour le diagramme du champ, un cercle.

» Mais il est toujours possible de réaliser ces deux conditions. Car, en admettant que les intensités I_1 et I_2 soient différentes, on n'a qu'à déplacer, dans le sens de l'arbre, l'une des deux bobines excitées par le courant I_1, par rapport à l'autre, jusqu'à ce que la projection normale de l'intensité de leur champ, c'est-à-dire de $k_1 I_1$ devienne égale à celle due à l'autre paire de bobines, c'est-à-dire à $k_2 I_2$. De même, dans le cas où l'on emploierait des anneaux Gramme, on obtiendrait le même réglage en faisant tourner l'un ou l'autre des deux anneaux autour d'un diamètre perpendiculaire à l'arbre, dans les limites qu'admet le jeu prévu de l'induit.

» Ayant réalisé le déplacement de l'une des bobines ou bien l'angle que doivent former les deux anneaux Gramme, et, d'autre part, l'angle ψ des deux champs, jusqu'à ce que la spire tournante ne soit le siège d'aucun courant, l'une ou bien l'autre des premières valeurs nous donne le rapport des intensités $\frac{I_2}{I_1}$, puisqu'elle nous donne la valeur de k_1 et de k_2. De

même *l'angle* $180° - \psi$ *nous indique la différence de phase des deux courants en question.*

» Dans le cas où ces derniers ne suivent pas exactement la loi sinusoïdale, mais ne s'en écartent pas beaucoup non plus, l'angle ψ correspondra encore à la valeur minima du courant induit qui sera alors naturellement différente de zéro. »

ÉLECTRICITÉ. — *Effet des matières colorantes sur les phénomènes actino-électriques.* Note de M. **H. Rigollot** (¹), présentée par M. L. Cailletet.

« Dans une précédente Communication, M. Gouy et moi (²) avons montré que le cuivre oxydé plongé dans une dissolution de chlorure, bromure ou iodure métallique, est très sensible aux rayons lumineux et peut servir à construire un actinomètre électrochimique.

» J'ai constaté qu'on pouvait beaucoup augmenter la force électromotrice développée par la lumière en recouvrant la lame oxydée de différentes matières colorantes telles que éosine, érythrosine, safranine, ponceau, vert malachite, vert cristaux, bleu soluble, violet de formyle, etc.

» La sensibilisation de la lame oxydée s'obtient en plongeant la lame dans la solution colorante; on l'immerge ensuite dans l'eau distillée afin d'enlever l'excès de colorant, puis on s'en sert immédiatement comme lame positive de l'actinomètre.

» On peut aussi, après avoir coloré et lavé la lame, la laisser sécher à l'air; elle conserve toute sa sensibilité lorsqu'on la plonge dans la solution diluée d'iodure de sodium, par exemple. Les lames ainsi préparées retiennent bien peu de matières colorantes, car elles ne paraissent légèrement teintées que sous une grande incidence, mais l'adhérence est très grande; on peut, en effet, les frotter sous l'eau avec du papier filtre et elles conservent encore une partie de la sensibilité acquise.

» On obtient également de bons résultats en mélangeant la solution colorante à de l'albumine ou de la gélatine, plongeant la plaque oxydée dans le mélange et coagulant dans le premier cas, par la chaleur, dans le second cas, laissant sécher à l'air.

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Lyon.

(²) *Comptes rendus*, 1er semestre 1888, p. 1470. — H. Rigollot, *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXII.

» L'augmentation de la force électromotrice pour la lumière blanche dépend de la substance colorante employée.

» J'ai étudié dans le spectre l'effet des rayons de longueur d'onde déterminée, successivement sur une lame de cuivre oxydée, puis sur la même lame plongée dans une solution colorante donnée afin de rechercher la relation entre la matière colorante expérimentée et la longueur d'onde des rayons qui, plus particulièrement, exaltaient la force électromotrice.

» Le spectre était obtenu au moyen d'un réseau métallique concave de Rowland, de 3 pieds de longueur focale. On comparait les intensités des courants au moyen d'un galvanomètre Thomson à grande résistance. Les lames oxydées, de $0^{cm},3$ de large sur 1^{cm} de long, étaient plongées dans une solution d'iodure de sodium au $\frac{1}{100}$, renfermée dans un petit tube en ébonite; une ouverture latérale fermée par un verre mince permettait à la lumière d'agir. L'actinomètre pouvait occuper successivement toutes les régions du premier spectre du réseau qui se projetait sur une longueur d'environ 40^{cm}.

» Voici les résultats d'une expérience dans laquelle la sensibilisation de la lame de cuivre a été obtenue au moyen du vert cristaux. Les nombres inscrits donnent les déviations lues sur l'échelle du galvanomètre pour la même lame de cuivre oxydée, avant et après la sensibilisation :

	$\lambda = 0^{\mu},684$.	650.	600.	550.	500.	450.	410.
Lame non sensibilisée....	16^{div}	18	80	190	208	200	88
Même lame sensibilisée...	140	760	600	408	380	288	168

» Dans ce cas, la sensibilité est devenue très grande pour les rayons rouges.

» Si, d'autre part, on note la position dans le spectre de la bande d'absorption de la solution colorante employée, on constate que les radiations qui sont plus particulièrement actives pour la lame de cuivre oxydée, sensibilisée par une solution colorante donnée, dépendent de la position de la bande d'absorption de cette solution.

» Ces faits sont à rapprocher de la sensibilisation des plaques photographiques pour tel ou tel rayon en les plongeant dans des solutions diluées appropriées. »

THERMOCHIMIE. — *Étude des dissolutions de chlorure ferrique et d'oxalate ferrique : partage de l'oxyde ferrique entre l'acide chlorhydrique et l'acide oxalique*. Note de M. **Georges Lemoine**.

« *Dilution des dissolutions de chlorure ferrique plus ou moins concentrées.* — Une dissolution saturée à 13° renferme 235^{gr} de fer par litre : on ne peut donc guère prendre une concentration plus forte que celle de la dissolution quadrinormale ($4 \times 56 = 224^{gr}$ de fer par litre, soit $Fe^2Cl^3 = \frac{1}{4}$ lit.) :

		Cal
Fe^2Cl^3 (1 éq. $Fe^2Cl^3 = \frac{1}{4}$ lit.)	+ eau ($\frac{3}{4}$ lit.) dégagent......	6,0
Fe^2Cl^3 (1 éq. $Fe^2Cl^3 = \frac{1}{3}$ lit.)	+ eau ($\frac{2}{3}$ lit.) dégagent......	5,2
Fe^2Cl^3 (1 éq. $Fe^2Cl^3 = 1$ lit.)	+ eau (1 lit.) dégagent......	1,5
Idem	+ eau (5 lit.) dégagent......	2,4
Fe^2Cl^3 (1 éq. $Fe^2Cl^3 = 2$ lit.)	+ eau (2 lit.) dégagent......	1,0

» Un tel dégagement de chaleur par la dilution ne doit pas venir d'une hydratation complémentaire, car la dissolution normale qui dégage encore $2^{Cal},4$ correspond, tous calculs faits, à ($Fe^2Cl^3 + 108\,HO$) et est ainsi très loin de l'hydrate cristallisé ordinaire ($Fe^2Cl^3 + 12\,HO$).

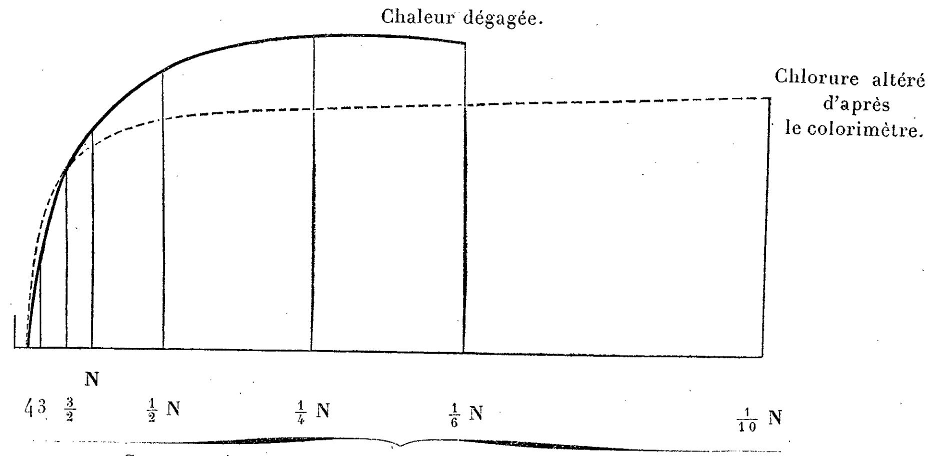
» L'explication la plus simple paraît être une décomposition progressive exercée par l'eau sur le chlorure ferrique, qui donnerait alors de l'acide chlorhydrique et de l'oxyde ferrique momentanément soluble. M. Berthelot a déjà étudié et interprété cette altération des sels ferriques par l'eau pour des dissolutions plus étendues que celles dont il s'agit ici (*Annales de Chimie et de Physique,* t. XXX, année 1873). Ce phénomène est beaucoup plus marqué pour le chlorure que pour les autres sels, car, avec le sulfate, j'ai eu seulement :

$Fe^2O^3, 3SO^3$ (1 éq. $Fe^2O^3 = 1^{lit}$) + eau (3^{lit}) dégagent.. $0^{Cal},3$

» Les indications du colorimètre concordent avec ces données thermochimiques. Si le liquide restait dans le même état lorsqu'on l'amène à un volume double, les épaisseurs devraient être dans le rapport de 1 à 2 pour une même teinte. Or cela n'est pas. Si, d'après mes observations, faites avec M. Favier, on calcule de proche en proche, en partant du chlorure quadrinormal, la proportion inaltérée, on a approximativement :

Dissolutions de Fe^2Cl^3.	4 N (type).	3 N.	$\frac{3}{2}$ N.	Normale.	$\frac{1}{2}$ N.	$\frac{1}{4}$ N.	$\frac{1}{10}$ N.
Proportion inaltérée....	1	0,74	0,50	0,46	0,37	0,35	0,29
Proportion altérée......	0	0,26	0,50	0,54	0,63	0,65	0,71

» Si l'on reprend ces expériences avec l'acide chlorhydrique comme dissolvant au lieu de l'eau, on trouve que le chlorure ferrique prend plus de stabilité.



Concentrations par rapport au chlorure ferrique normal.

» Je compte étendre ces recherches à d'autres chlorures très avides d'eau.

» *Dilution des dissolutions d'oxalate ferrique.* — A froid, l'action est insignifiante

$$F^2O^3, 3C^2O^3 (1 \text{ éq. } Fe^2O^3 = 1^{lit}) + \text{eau } (6^{lit}) \text{ dégagent} \ldots \quad -0^{Cal},28$$

» J'ai refait l'expérience vers 80° avec une disposition qui peut s'appliquer à des cas semblables. L'oxalate ferrique et l'eau étaient dans deux tubes concentriques posés dans un étui en cuivre immergé dans un grand bain d'eau de 15^{lit} maintenu à une température bien constante. Un thermomètre calorimétrique, construit exprès, plongeait dans le liquide intérieur. L'équilibre de température étant établi, on cassait le plus petit tube; on constatait une *élévation* de température de 0°2, ce qui, pour l'équation ci-dessus, correspond à environ $0^{cal},4$.

» *Chaleur de formation de l'oxalate ferrique.* — Précipitons par un excès de potasse ($fe = \frac{2}{3}Fe = \frac{2}{3}28 = 18,7$)

$$C^2O^4fe\ (fe = 2^{lit}) + KOH\ (2^{éq}, 22 = 4^{lit}) \text{ dégagent} \ldots\ldots \quad 8^{Cal},5$$

» Admettons pour chaleur de formation de l'oxalate de potasse 14,3 (M. Berthelot); la chaleur de formation de l'oxalate ferrique, à partir de

l'oxyde ferrique et de l'acide oxalique, est ainsi

$$14,3 - 8,5 = 5,8.$$

» Avec des dissolutions six fois plus concentrées, j'ai trouvé 5,4.

» *Partage de l'oxyde ferrique entre les acides oxalique et chlorhydrique.* — Les expériences ont été faites avec les deux systèmes inverses et avec des dilutions différentes. Posons toujours $fe = \frac{2}{3}\text{Fe} = \frac{2}{3}\,28 = 18,7$.

» I. Ajoutons de l'acide chlorhydrique à de l'oxalate ferrique :

C^2O^4fe ($fe = \frac{1}{3}^{\text{lit}}$)	$+ \frac{1}{3}$ HCl ($\frac{1}{3}$ éq. HCl $= \frac{1}{3}^{\text{lit}}$)	dégagent.......	$-0^{\text{Cal}},05$
Idem	HCl (1 éq. HCl $= 1^{\text{lit}}$)	»	$-0^{\text{Cal}},11$

» Ce refroidissement n'est probablement qu'apparent à ceux de la dilution de l'oxalate ferrique, qui produit elle-même une petite absorption de chaleur.

			Cal
C^2O^4fe ($fe = 2^{\text{lit}}$)	$+ \frac{1}{3}$ HCl ($\frac{1}{3}$ éq. HCl $= 2^{\text{lit}}$)	dégagent...........	0,06
Idem	+ HCl (1 éq. HCl $= 6^{\text{lit}}$)	»	0,15
Idem	+ 2HCl (1 éq. HCl $= 6^{\text{lit}}$)	»	0,28

» II. Avec le système inverse, chlorure ferrique et acide oxalique, le dégagement de chaleur est très marqué :

			Cal	Nombres cumulés. Cal
feCl ($fe = \frac{1}{3}^{\text{lit}}$)	$+ \frac{1}{3}$ C^2O^3,HO ($\frac{1}{3}$ éq. $= \frac{1}{3}^{\text{lit}}$)	dégagent....	0,74	0,74
Liquide précédent	$+ \frac{1}{3}$ »	»	0,38	1,12
Liquide précédent	$+ \frac{1}{3}$ »	»	0,31	1,43
feCl ($fe = \frac{1}{3}^{\text{lit}}$)	$+ \frac{6}{3}$ C^2O^3,HO (1 éq. $= 1^{\text{lit}}$)	dégagent..........		1,95

» Cette dernière expérience correspond à la formation d'un bioxalate ferrique accusée par une teinte verte.

» Avec les dissolutions 6 fois plus étendues :

feCl ($fe = 2^{\text{lit}}$)	$+ \frac{1}{3}$ C^2O^3,HO ($\frac{1}{3}$ éq. $= 2^{\text{lit}}$)	dégagent........	$0^{\text{Cal}},51$
feCl ($fe = 2^{\text{lit}}$)	$+$ C^2O^3,HO (1 éq. $= 6^{\text{lit}}$)	»	$0^{\text{Cal}},94$

» On peut donc conclure que *l'acide oxalique déplace en très grande partie l'acide chlorhydrique dans le chlorure ferrique.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés du licaréol.* Note de M. **Ph. Barbier**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente (¹), j'ai montré que le licaréol pouvait être considéré comme un alcool incomplet; je reviens sur ce sujet pour préciser et compléter ces premiers résultats.

» Lorsqu'on mêle des dissolutions acétiques refroidies de licaréol (une molécule) et de brome (deux molécules), il y a combinaison immédiate sans dégagement d'acide bromhydrique. Le résultat de cette combinaison est un liquide visqueux, presque incolore, qui donne à l'analyse les chiffres correspondant à la formule $C^{10}H^{18}Br^4O$: c'est le tétrabromure de licaréol. Par ébullition avec de l'oxyde d'argent humide le brome s'élimine aisément, et il est remplacé par le résidu OH. Je reviendrai ultérieurement sur ce point.

» En répétant l'oxydation du licaréol sur de plus grandes quantités de matières, j'ai réussi à transformer ce corps en un dérivé contenant H^2 en moins et possédant, par conséquent, la formule $C^{10}H^{16}O$, ainsi que cela résulte de mes analyses.

» Le corps $C^{10}H^{16}O$, que j'appellerai *licaréal,* constitue un liquide incolore, légèrement huileux, d'une odeur citronnée, agréable, toute différente de celle du licaréol. Il bout vers 118°-120°, sous une pression de 20^{mm} et, aux environs de 224°-226°, avec décomposition, sous la pression ordinaire.

» Sa densité à 0° est égale à 0,9119; les indices de réfraction sont :

$$n_r = 1,4736, \quad \lambda_r = 645,$$
$$n_b = 1,4907, \quad \lambda_b = 452,6$$

à la température de 17°,8.

» Le licaréal pur est sans action sur la lumière polarisée; avec le bisulfite de sodium, il fournit une combinaison cristallisée. Il réduit énergiquement une dissolution ammoniacale d'azotate d'argent. Traité par l'hypobromite de sodium en présence de l'iodure de potassium, il ne donne pas

---

(¹) *Comptes rendus,* t. CXIV, p. 674; 1892.

d'iodoforme. Avec l'hydroxylamine, le licaréal fournit une oxime huileuse d'odeur aromatique bouillant vers 150° en s'altérant légèrement sous une pression de 15mm. L'analyse de cette substance conduit à la formule de $C^{10}H^{17}AzO$.

» Soumise à une ébullition prolongée avec l'anhydride acétique, cette oxime perd une molécule d'eau et se change en nitrile licarique $C^{10}H^{15}Az$, liquide incolore d'une odeur aromatique un peu vireuse, bouillant vers 137°-138° sous une pression de 15mm. Ce composé, bouilli avec une dissolution alcoolique concentrée de potasse, dégage de l'ammoniaque et fournit le sel de potassium d'un nouvel acide, l'acide licarique ayant pour formule $C^{10}H^{16}O^2$, ainsi que cela résulte de l'analyse du sel d'argent et du sel de baryum.

» L'acide licarique est un liquide huileux peu soluble dans l'eau, soluble dans l'éther, doué d'une odeur forte et désagréable, donnant un sel de baryum gommeux; le sel d'argent se présente sous la forme d'un précipité blanc peu soluble. Ce même acide se forme également en petite quantité dans l'oxydation du licaréol par le permanganate de potassium en milieu neutre.

» Outre le licaréal, l'oxydation du licaréol par le mélange chromique fournit encore de l'acide formique, de l'acide acétique avec une trace d'acide isobutyrique.

» Il résulte de ce qui précède :

» 1° Que le licaréol est un alcool primaire pouvant être représenté par la formule $C^9H^{15}-CH^2OH$;

» 2° Que le résidu C^9H^{15} comporte deux liaisons éthyléniques. Ce dernier fait est important, car il montre que le licaréol est un alcool à chaîne ouverte; il est, en effet, impossible d'exprimer par une formule cyclique le corps $C^{10}H^{18}O$ contenant deux liaisons éthyléniques [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution du bleu gallique ou indigo du tannin*, Note de M. P. Cazeneuve, présentée par M. Friedel.

« Depuis quelques années déjà, MM. Durand et Huguenin préparent une matière colorante qu'ils appellent le *bleu gallique* ou *indigo du tannin*

---

[1] Laboratoire de Chimie générale de la Faculté des Sciences de Lyon.

et qui provient de l'action de la nitrosodiméthylaniline sur le produit cristallisé résultant de l'action de l'aniline sur le tannin, lequel produit est l'anilide de l'acide gallique, comme nous l'avons exposé dans une Note précédente (¹).

» Dans un brevet en date du 27 juillet 1889, ces industriels décrivent la préparation de ce bleu gallique de la façon suivante :

» On chauffe parties égales de chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline et du produit de condensation du tannin avec l'aniline au sein de 10 parties d'alcool ou d'autres solvants comme l'acide acétique ou l'eau. On fait bouillir plusieurs heures jusqu'à ce que le dérivé nitrosé ait disparu. On recueille sur un filtre une matière colorante brillante, vert olive, qu'on lave à l'alcool froid. Cette matière est insoluble dans l'eau et les alcalins, ce qui la distingue de la *gallocyanine* et du *prune*.

» Elle est à peine dissoute par les alcalis dilués avec une couleur rouge. L'acide sulfurique concentré la dissout avec une coloration bleu violet; par addition d'eau il se forme un précipité violet foncé.

» On peut faire cristalliser la matière insoluble vert olive dans l'aniline; on obtient un produit d'un reflet cuivré qui donne une solution rouge cerise avec l'acide sulfurique concentré.

» Pour obtenir le corps soluble dans l'eau, c'est-à-dire *le bleu gallique* soluble utilisable en teinture, il faut chauffer pendant quelque temps 5 parties du précipité vert olive ci-dessus avec 20 parties d'alcool et 20 parties d'une solution (40 pour 100) de bisulfite de soude. La matière se sulfoconjugue.

» On peut encore sulfoconjuguer le produit au moyen de l'acide sulfurique à 24 pour 100.

» Le corps sulfoconjugué forme des sels solubles dans l'eau et entre autres un sel ammoniacal utilisable.

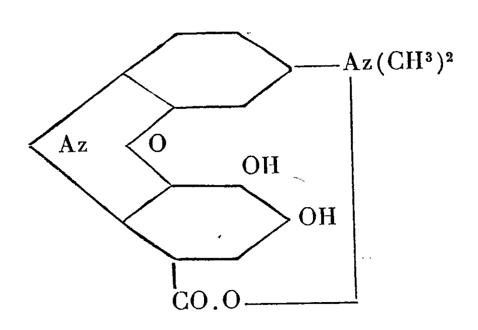
» Il a pour formule, d'après les analyses et son mode de formation,

$$\begin{array}{l} C^{20}H^{17}Az^{2}O^{4},Cl, \\ | \\ SO^{3}Na. \end{array}$$

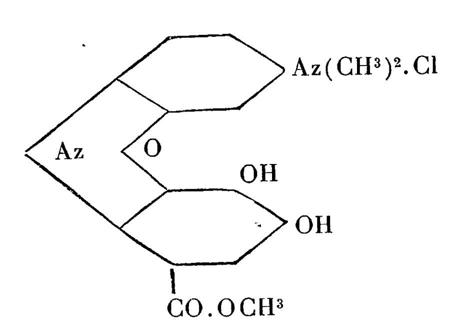
» On connaît aujourd'hui la constitution de la gallocyanine obtenue en faisant réagir sur l'acide gallique la nitrosodiméthylaniline.

(¹) *Comptes rendus*, séance du 27 mars 1893.

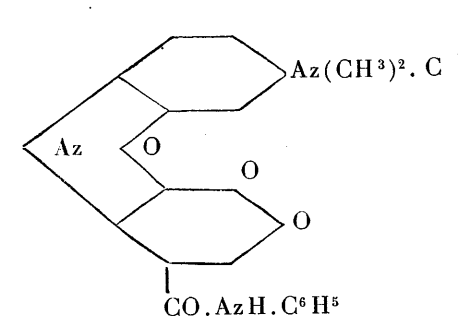
» La gallocyanine est un oxindophénol correspondant à la formule



» Le prune est l'éther méthylique dans le groupe carboxyle, en même temps que la substance est chlorhydratée.

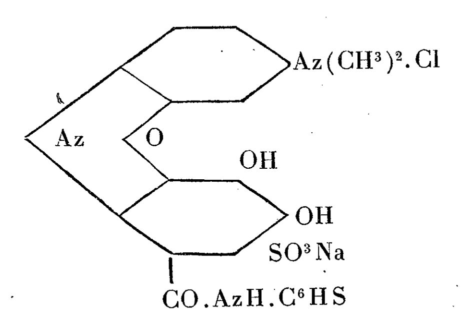


» Suivant nous, le corps vert olive, d'abord formé insoluble dans l'eau et les alcalis, résultant de l'action de la nitrosodiméthylaniline sur la gallanilide, a pour formule



» Le corps est quinonique comme les indophénols. Sous l'influence du

bisulfite de soude, il devient



» Les deux O quinoniques s'hydrogènent.

» Les analyses et les propriétés du corps confirment cette constitution du bleu gallique ou indigo du tannin. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les chloramines*. Note de M. **A. Berg**, présentée par M. Friedel.

« Un Mémoire d'un savant russe, paru dernièrement [1], m'engage à publier des résultats, encore incomplets, que j'ai obtenus dans l'étude des dérivés chlorés des ammoniaques, composés dont je m'occupe depuis plusieurs années.

» La méthylchloramine se produit par l'action de l'hypochlorite de soude sur le chlorhydrate de méthylamine. Le corps formé reste en grande partie en dissolution dans le liquide. Lorsqu'on distille, il passe dans la première portion. C'est un liquide sensiblement incolore, très volatil, d'une odeur extraordinairement piquante et irritante. Il est assez soluble dans l'eau, qui en dissout environ le dixième de son volume.

» La diméthylchloramine s'obtient exactement comme le corps précédent. C'est un liquide presque incolore, d'odeur très piquante. Il bout à 46° sous la pression de 765^{mm}. Sa densité à 0° est 0,986. L'eau en dissout environ un huitième de son volume.

» Sa solution alcoolique étant additionnée de cyanure de potassium pulvérisé, une vive réaction se produit bientôt, et le liquide peut entrer en ébullition. On achève la réaction au réfrigérant ascendant, on sépare

(1) Th. Séliwanow, *Berichte*, t. XXV, p. 3622, et t. XXVI, p. 423.

le chlorure de potassium qui se dépose, on distille et l'on recueille ce qui passe après 130°. On ajoute à cette portion de l'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau jusqu'à réaction acide. On épuise le liquide à l'éther, qui laisse, par évaporation de la diméthylcyanamide, liquide soluble dans l'eau, bouillant à 163°,5 sous 760^{mm}.

» Dans la liqueur acide qui a été épuisée à l'éther, la potasse sépare un corps alcalin qui paraît très altérable par les acides, car, après l'avoir de nouveau traité par l'acide chlorhydrique, puis remis en liberté par la potasse, j'ai obtenu un corps liquide bouillant vers 168° et dont l'analyse s'accorde avec la formule d'une tétraméthylurée.

» Cette urée paraît provenir de l'hydratation d'une tétraméthylguanidine formée par l'action de la diméthylcyanamide sur le chlorhydrate de diméthylamine régénéré du dérivé chloré.

» Avec les éthylamines, et opérant de la même façon, j'ai obtenu l'éthylchloramine et la diéthylchloramine, dont les propriétés sont analogues à celles des dérivés méthyliques précédents. La diéthylchloramine a été obtenue par M. Séliwanow, en même temps que d'autres dérivés chlorés déjà connus, par l'action de la chlorosuccinimide sur les bases correspondantes ou leurs sels.

» Une nouvelle réaction curieuse de ces chloramines est celle que donne l'iodure de potassium. Elle est surtout apparente avec les termes inférieurs, qui sont notablement solubles dans l'eau. Elle consiste dans l'échange du chlore et de l'iode.

» Une dissolution aqueuse de méthylchloramine étant additionnée d'une dissolution d'iodure de potassium, il se forme, au bout de quelques secondes, un précipité rouge marron très peu stable, qui paraît être la méthyliodamine. Les solutions aqueuses de diméthylchloramine et de propylchloramine se comportent de même. Avec les dérivés dichlorés, ainsi qu'avec les dérivés monochlorés supérieurs, qui sont insolubles dans l'eau, la réaction est moins nette. Toutefois, il paraît également se faire les dérivés iodés correspondants.

» M. Séliwanow, dans son travail cité plus haut, envisage les dérivés chlorés des amides et des amines comme des amides de l'acide hypochloreux.

» Pour ce qui concerne ces dernières, dans mon travail sur les dérivés chlorés des amylamines [1], j'ai émis implicitement cette hypothèse, en

---

[1] *Comptes rendus*, t. CX, p. 862 et *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. III, p. 685.

disant que la réaction des hypochlorites se passait probablement en deux phases avec formation transitoire d'hypochlorite de base qui se déshydrate de suite.

» M. Séliwanow cherche à légitimer cette constitution, en montrant que ces corps distillés avec de l'eau et un acide fournissent de l'acide hypochloreux. Ce fait que je ne nie nullement pour les dérivés chlorés d'amides, que je n'ai pas étudiés, me paraît inexact pour les dérivés chlorés d'amines. Mes essais ont porté sur l'amyldichloramine et la diamylchloramine. En distillant ces corps avec de l'eau et de l'acide acétique ou sulfurique, le produit distillé donne, il est vrai, avec l'iodure de potassium, une coloration jaune, mais celle-ci est due à la formation de dérivés iodés correspondants, car si l'on agite le liquide avec du benzène, ce dernier se colore en jaune rougeâtre et non en violet, comme il le ferait pour l'iode libre. On observe cependant quelquefois, au début de l'agitation, une teinte violacée extrêmement faible, qui ne permet pas de conclure à la présence de l'acide hypochloreux. De plus, si l'on a soin de laver le liquide distillé avec du benzène, avant d'ajouter l'iodure, de façon à enlever le dérivé chloré en suspension ou en dissolution, on n'a plus de coloration sensible. Je me suis assuré d'ailleurs que le benzène n'enlève pas sensiblement l'acide hypochloreux à ses solutions aqueuses.

» Quant au dépôt d'iode formé par l'action de l'iodure de potassium en présence des acides, dépôt invoqué par M. Séliwanow, on peut l'expliquer sans faire intervenir l'acide hypochloreux. En effet, les acides chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique secs réduisent les dérivés chlorés secs avec formation de chlore, brome ou iode. Dans ce cas, il ne peut y avoir formation d'acide hypochloreux. L'iodure de potassium en présence d'un acide fonctionne comme de l'acide iodhydrique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Bornylates de bromal.* Note de M. J. **Minguin**, présentée par M. Friedel.

« Personne a montré (¹) que les alcools se combinent au chloral pour former des composés qu'il a appelés *alcoolates de chloral.* M. Haller (²) a fait voir que les différents bornéols se combinent également au chloral

(¹) *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris;* 1877.
(²) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 143.

pour donner naissance à des composés de constitution chimique identique, mais dont les pouvoirs rotatoires moléculaires varient suivant la classe des camphols entrés en combinaison.

» Il était intéressant de rechercher l'influence que pouvait exercer le bromal sur ces mêmes camphols.

» Les bornéols sur lesquels ont porté nos expériences sont les suivants :

» Bornéol droit $\overset{+}{\alpha}$; bornéol gauche $\overset{-}{\alpha}$; bornéol $\overset{-}{\beta}$ ou isocamphol gauche ; bornéol $\overset{+}{\beta}$ ou isocamphol droit; racémique $\overset{+}{\alpha}\overset{-}{\alpha}$; inactif $\overset{+}{\alpha}\overset{-}{\beta}$.

» Les différents bornylates qui répondent à la formule

$$CBr^3-CH\left\langle\begin{matrix}OH\\OC^{10}H^{17}\end{matrix}\right.$$

ont tous été préparés de la même façon.

» A 10^{gr} de bornéol on ajoute 20^{gr} de bromal. Le mélange s'échauffe; on achève la réaction en chauffant quelques minutes au bain-marie. La masse solide qui se forme pendant le refroidissement est dissoute dans l'éther. On lave cette solution à l'eau, on la dessèche et on l'abandonne à l'évaporation spontanée.

» Les bornylates, préparés avec des camphols $\overset{+}{\alpha}$, $\overset{-}{\alpha}$ de pouvoirs rotatoires $\pm 37°,1$, sont des corps qui, au toucher, produisent la sensation d'un corps gras.

» Avec le toluène comme dissolvant, on obtient des cristaux très nets.

» Le bornylate racémique, provenant d'un bornéol $\overset{+}{\alpha}\overset{-}{\alpha}$, ne cristallise nettement que dans l'éther de pétrole.

» Voici un Tableau indiquant les constantes physiques de ces trois composés :

	Point de fusion.	Pouvoir rotatoire moléculaire.
Bornylate de camphol $\overset{+}{\alpha}$...	105°-109°	$[\alpha]_D = +52°,4$
Bornylate de camphol $\overset{-}{\alpha}$...	105-109	$[\alpha]_D = -52,4$
Racémate $\overset{+}{\alpha}\overset{-}{\alpha}$............	79- 82	$[\alpha]_D = 0$

» Ces pouvoirs rotatoires ont été déterminés en prenant le toluène comme dissolvant; car l'alcool décompose le bornylate et le pouvoir rotatoire devient à peu près égal à celui du bornéol dont on est parti.

» Le bornylate de bornéol, dérivé du camphol inactif $\overset{+}{\alpha}\overset{-}{\beta}$, se présente

sous la forme d'un liquide visqueux qui se transforme en une masse butyreuse incristallisable.

$$\text{Pouvoir rotatoire : } [\alpha]_D = -3^\circ,4.$$

» Le bornylate de bromal de l'isocamphol gauche $(\bar{\beta})$ est un liquide visqueux dont une partie cristallise au bout de quelques jours.

» Quand on prend le pouvoir rotatoire de ce produit, fraîchement préparé avec un isocamphol $[\alpha]_D = -32^\circ,4$, on observe qu'il est de

$$[\alpha]_D = -36^\circ,78.$$

Il semblerait donc qu'une partie seulement du bromal se fût combinée à cet isocamphol, puisque le pouvoir rotatoire moléculaire n'a augmenté que de 4° environ. Mais, si l'on abandonne le mélange à lui-même, on obtient des cristaux fondant à 52°-55°, et dont le pouvoir rotatoire moléculaire est légèrement supérieur à celui du bornylate de bromal gauche $\bar{\alpha}$. On a, en effet, trouvé $[\alpha]_D = -53^\circ,6$. D'ailleurs le pouvoir rotatoire moléculaire $[\alpha]_D = -3^\circ,4$, observé avec le bornylate de bromal, dérivé du bornéol inactif $\overset{+}{\alpha}\bar{\beta}$, démontre suffisamment que la combinaison du bromal avec l'isocamphol gauche $\bar{\beta}$ doit posséder un pouvoir rotatoire moléculaire supérieur à celui de son isomère $\bar{\alpha}$.

» Toutes ces observations sont donc conformes à celles faites par M. Haller, sur les bornylates de chloral (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Analyses qualitative et quantitative de la formaldéhyde*. Note de M. **A. Trillat**, présentée par M. Schützenberger.

« Depuis que la formaldéhyde (ou formol du commerce) a reçu des applications soit comme matière première pour certaines couleurs, soit comme agent antiseptique, on peut avoir intérêt à connaître des méthodes permettant de déceler la présence de ce corps et de le doser dans ses solutions. J'ai cherché des méthodes pouvant répondre à ce double but. Les procédés analytiques peuvent se résumer ainsi qu'il suit :

(¹) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy (laboratoire de M. Haller).

» Recherche qualitative. — Lorsque l'on oxyde le tétraméthyldiamidodiphénylméthane :

$$CH^2\left\langle\begin{matrix} C^6H^4Az(CH^3)^2 \\ C^6H^4Az(CH^3)^2 \end{matrix}\right.$$

par le bioxyde de plomb et l'acide acétique, il se manifeste une coloration bleue intense résultant de la formation de l'hydrol correspondant. J'ai utilisé cette réaction pour reconnaître, dans une solution, la présence de la formaldéhyde à l'état libre ou, dans certains cas, à l'état de combinaison. On verse un demi-centimètre cube de diméthylaniline dans la dissolution à essayer et on l'agite vivement après l'avoir acidulée par quelques gouttes d'acide sulfurique. La combinaison entre la diméthylaniline et la formaldéhyde s'effectue facilement en chauffant le liquide pendant une demi-heure au bain-marie. Après l'avoir rendu alcalin par la soude on le porte à l'ébullition jusqu'à ce que l'odeur de la diméthylaniline ait complètement disparu, puis on le passe à travers un petit filtre en papier. Après lavage, on étale le filtre au fond d'une petite capsule en porcelaine, on l'humecte par de l'acide acétique et l'on y projette une très petite quantité de bioxyde de plomb finement pulvérisé. La coloration bleue de l'hydrol sera l'indice de la présence de l'aldéhyde formique.

» *Deuxième méthode.* — J'ai reconnu que la formation de l'anhydroformaldéhydaniline $C^6H^5Az:CH^2$ s'effectuait très facilement lorqu'on faisait agir la formaldéhyde sur l'aniline, non pas en présence des acides comme l'indiquent certains auteurs, mais simplement en solution aqueuse étendue. Cette solution aqueuse d'aniline est obtenue en dissolvant 3^{gr} d'aniline dans 1^{lit} d'eau distillée. Dans un tube à essai, on mélange 20^{cc} de cette solution avec 20^{cc} du liquide à essayer et neutralisé. En présence de l'aldéhyde formique, il se forme après plusieurs heures un nuage blanc très léger. Cette réaction est très sensible ; elle permet de reconnaître la formaldéhyde dans une dissolution au $\frac{1}{20000}$. Dans ce cas, le trouble n'apparaît qu'après plusieurs jours. Cette réaction est commune à l'aldéhyde acétique.

» *Recherche de la formaldéhyde dans les substances alimentaires.* — Les produits liquides, après avoir été décolorés et filtrés, seront soumis à l'une des méthodes précédentes. Les produits solides seront traités à l'eau chaude afin de dissoudre le trioxyméthylène pouvant provenir de la polymérisation de la formaldéhyde. L'examen microscopique des viandes pourra donner d'utiles indications.

» La recherche de la formaldéhyde dans les substances alimentaires

est souvent impossible parce qu'elle forme avec certains principes organiques des combinaisons dont on ne peut la séparer.

» DOSAGE DE LA FORMALDÉHYDE. — *Première méthode.* — On a indiqué une méthode pour doser la formaldéhyde consistant à déterminer la quantité d'ammoniaque nécessaire pour la transformer en hexaméthylène-amine. Dans cette méthode on ajoute à une solution de formaldéhyde, une quantité connue d'ammoniaque et l'on en titre l'excès par l'acide sulfurique. Ce procédé de dosage est défectueux, d'abord parce que les solutions de formol du commerce ont toujours un certain degré d'acidité et ensuite parce que l'hexaméthylène-amine a une réaction alcaline dont la méthode ne tient pas compte. Pour éviter en partie ces causes d'erreur, je procède de la manière suivante :

» On dose préalablement l'acidité d'une quantité connue de la solution au moyen de la soude normale, en se servant de la phtaléine du phénol comme indicateur.

» Dans un ballon, on mesure 10^{cc} de la solution à titrer, on étend à l'eau et l'on ajoute une quantité déterminée d'une solution titrée d'ammoniaque jusqu'à ce que l'odeur soit franchement ammoniacale. Le contenu du ballon est ensuite soumis à un courant de vapeur d'eau afin d'enlever l'excès d'ammoniaque que l'on recueille dans l'eau et que l'on dose au moyen d'une solution titrée d'acide sulfurique. On aura la quantité d'ammoniaque combinée en retranchant de la quantité totale ajoutée celle qui se trouve en excès dans la partie distillée, et en tenant compte de l'acidité primitive de la solution. L'équation suivante permet de calculer le rapport dans lequel se fait la combinaison :

$$6CH^2O + 4AzH^3 = (CH^2)^6Az^4 + 6H^2O.$$

» Dans ce procédé, une petite partie de l'hexaméthylène-amine se trouve entraînée par la distillation.

» *Seconde méthode.* — Dans une dissolution de 3^{gr} d'aniline dans 1^{lit} d'eau, on laisse tomber goutte à goutte, sous bonne agitation, de 1^{cc} à 4^{cc} de la solution à titrer, selon sa concentration présumée. Il se forme un nuage blanc qui, après plusieurs agitations, finit par se déposer complètement. Après quarante-huit heures, on filtre le liquide sur un papier taré et l'on s'assure que les eaux filtrées contiennent un excès d'aniline; on sèche à 40° et l'on détermine le poids du précipité. La quantité de formaldéhyde correspondante sera donnée par l'équation

$$C^6H^5AzH^2 + CH^2O = C^6H^5Az : CH^2 + H^2O.$$

» En opérant dans ces conditions, on obtient des résultats rigoureusement comparables, mais l'analyse de l'anhydroformaldéhydaniline ne m'a pas donné des chiffres concordant exactement avec la formule. Toutefois ils s'en rapprochent assez pour conduire à une approximation satisfaisante dans beaucoup de cas ([1]). »

MINÉRALOGIE. — *Sur le gisement de dioptase du Congo français.* Note de M. **Alfred Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Le gisement de dioptase du Congo français est bien connu des minéralogistes, par les beaux échantillons qu'en a rapportés M. Thollon, agent de la colonie, au cours de recherches dont il avait été chargé par l'administration locale. Dans un voyage récent, j'ai eu occasion de visiter le même gisement, et d'y recueillir quelques roches intéressantes dont la présence n'avait pas encore été signalée sur ce point.

» La dioptase provient des mines de cuivre de Mindouli, voisines du poste de Comba, sur la route de Loango à Brazzaville. Ces mines font l'objet d'une exploitation indigène très active. Au nombre de quatre, les centres d'extraction, dont le plus important présente 150 à 200 puits, occupent, pendant la saison sèche, 300 ou 350 travailleurs.

» La partie exploitée du gisement s'étend sur 2^{km} environ, d'un côté à mi-hauteur, de l'autre au sommet d'une chaîne de collines rocheuses, où affleurent presque jusqu'à la ligne de faîte des grès micacés imprégnés de dépôts cuivreux.

» C'est principalement le carbonate de cuivre vert ou malachite que les indigènes utilisent pour la fabrication du métal. Ils le prennent à une dizaine de mètres de profondeur, après avoir traversé la couche à dioptase.

» La dioptase se trouve en géodes, tantôt dans un grès quartzite, ou tout au moins une roche exclusivement siliceuse (analyse I), tantôt dans une roche cristallisée, qui, au premier aspect, paraît exclusivement quartzeuse, mais qui est, en réalité, constituée, comme le montre l'analyse chimique, par un mélange de quartz, de silicate de zinc manganésifère ou willémite, de carbonates de chaux et de plomb (analyse II). Au voisinage de la dioptase, se trouve un silicate de cuivre amorphe, dont la couleur varie du bleu au vert, et dont l'aspect rappelle la chrysocolle,

---

([1]) Travail fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.

mais dont la composition est identique à celle de la dioptase. L'analyse chimique indique, en plus, la présence de petites quantités de zinc, plomb et fer (analyse III). Au contact de la roche à willémite, se trouve un carbonate de chaux et manganèse avec mouches de malachite (analyse IV).

» A cette roche calcaire paraît se rattacher une terre manganésifère présentant l'aspect de la terre de Sienne, et formant une couche de $0^{m},20$ d'épaisseur. Sa composition est assez singulière, car elle est constituée par moitié d'un sable quartzeux très fin, formé de cristaux de quartz bipyramidé et de bioxyde de manganèse, mêlé à des carbonates et des silicates de cuivre et zinc (analyse V). Le gisement est recouvert par places d'un grès ferrugineux complètement exempt de métaux autres que le fer [1] (analyse VI).

Analyses.

	I. Grès quartzite.	II. Roche à willémite.	III. Chrysocolle.	IV. Calcaire.	V. Manganèse.	VI. Grès.
Quartz	97	52,4	»	»	45	66
Silice combinée	»	8,8	37,5	1,2		»
Eau	»	0,3	11	»	12,7	7,2
Acide carbonique	»	4,5	»	41,2	3,3	»
Oxyde de cuivre	»	0,48	47,1	0,3	16	»
Oxyde de zinc	»	18,6	2,2	»	0,7	»
Oxyde de plomb	»	6,4	0,7	»	2	»
Oxyde de fer	3	1,6	1	0,4	4,5	25,7
Oxyde de manganèse	»	0,6	»	9	15,8	»
Chaux	»	5	2,1	47,6	»	»
	100	98,68	100,6	99,7	100	98,9

» La dissémination du plomb, du cuivre, du zinc, dans toutes ces roches, indique bien qu'elles font toutes partie du chapeau d'altération d'un même filon qui doit être formé de sulfures de cuivre, plomb, zinc et fer. Mais il m'a été impossible de constater directement l'existence de ce filon. Les puits indigènes qu'il faudrait approfondir pour l'atteindre étaient envasés par les pluies lors de mon passage.

» Toutefois, les indigènes m'ont remis un échantillon de sulfure de cuivre, provenant suivant leurs dires d'une mine située à environ 100^{km} nord-ouest de Mindouli, c'est-à-dire à la même distance que la mine de

[1] Les analyses ont été faites à l'École des Mines.

Mboko-Songho, située à une centaine de kilomètres sud-ouest, qui a été reconnue en 1887 par M. Dupont, directeur du Muséum de Bruxelles. Ce minerai peut se trouver en tête de filon. C'est du sulfure de cuivre ou chalcosine, à peu près pur, à peine arsenical, et un peu argentifère. Sa composition est la suivante :

Cuivre...	68
Soufre	20,8
Pb	1,5
Fe^2O^3	3
Gangue	4
Arsenic	0,27
Argent	0,03
Eau, oxygène et CO^2	2,4
	100,00

MINÉRALOGIE. — *Sur une enclave feldspathique zirconifère de la roche basaltique du puy de Montaudou, près de Royat.* Note de M. **Ferdinand Gonnard**, présentée par M. Fouqué.

« L'exploitation d'une carrière, ouverte depuis quelques années, pour l'entretien de la route, sur le flanc sud du puy de Montaudou, près de Royat, a attiré l'attention des minéralogistes et des géologues.

» En 1890, M. Jannettaz a publié (*Bulletin de la Société française de Minéralogie*, n° 9, p. 372) une étude intitulée : *Sur le feldspath orthose des basaltes de Royat*.

» M. Alfred Lacroix, de son côté, a fait l'examen des enclaves que l'on trouve dans la lave de Montaudou (*Bulletin de la Société française de Minéralogie*, n° 8, p. 321; 1891), et y a signalé diverses formes de calcite, une dolomie ferrifère et deux zéolites, la christianite et la mésotype.

» Enfin, dans le compte rendu d'une excursion faite par la Société géologique, le 14 septembre 1891, M. Michel Lévy, à propos du basalte de Montaudou, qu'il considère comme une limburgite vitreuse, ajoute la Note que voici : *M. Jannettaz a étudié dans ce basalte des fragments d'orthose certainement arrachés aux arkoses encaissantes.*

» J'ai, à ce sujet (*Bulletin de la Société française de Minéralogie*, p. 276; 1891), présenté quelques observations concernant à la fois le travail de M. Jannettaz et la Note de M. Michel Lévy.

» Je ne pensais pas que le feldspath sodo-potassique de M. Jannettaz enclavé dans le brouillage basaltique ou le basalte franc de Montaudou provînt des arkoses de la région, dont le puy de Châteix, très voisin, nous fournit le type.

» Je résolus donc de poursuivre mes recherches à ce sujet, et je priai mes correspondants de Clermont de me recueillir de ces enclaves feldspathiques à Montaudou et de me les adresser. Or j'ai reçu récemment de l'un d'eux, M. Demarty, jeune minéralogiste très zélé, entre autres échantillons, une enclave remarquable, dont l'examen me semble élucider la question de l'origine de ces feldspaths si intéressants.

» Le feldspath de cette enclave renferme, soit dans sa masse, soit au voisinage, dans le brouillage basaltique qui l'entoure, plusieurs très beaux zircons, d'un rouge hyacinthe, rappelant ceux si connus du Riou pezzouliou, près du Puy.

» C'est là le premier exemple indiscutable de l'existence du zircon dans sa gangue originaire que l'on puisse citer pour le Puy-de-Dôme, en dehors des enclaves du Capucin; car les zircons dont fait mention Lecoq aux environs d'Arlanc ou de la Chaise-Dieu sont simplement des grenats.

» Le nodule feldspathique en question, à stries fines, a environ 4^{cm} de diamètre; le contour en est arrondi par suite d'une fusion superficielle très légère. Les zircons inclus, soit dans ce feldspath, soit dans la roche primitive modifiée, ont des faces planes très nettes et des arêtes vives, alors que ceux d'Expailly, isolés ou inclus dans le basalte, sont arrondis et portent les marques visibles d'un commencement de fusion. L'un de ces zircons, qui a $4^{mm},5$ de long sur $1^{mm},5$ de large, offre la combinaison mb^1; un autre, de dimensions un peu moindres, mb^1a^2. Les zircons d'Expailly sont caractérisés par le développement des faces h^1 et la petitesse des faces m. Mais, quoi qu'il en soit de ces différences légères, il y a une similitude de faciès frappante entre les cristaux de ces gisements.

» Maintenant, quelle est la roche qui renfermait ces zircons, et qui, en même temps, pouvait fournir ces grands cristaux d'orthose (j'en ai qui mesurent plus de 7^{cm} de long sur 3^{cm} environ de large, et ce ne sont que des fragments!) et d'oligoclase finement striée (j'en ai de 3^{cm} à 4^{cm} de large) que le basalte englobe? Ce n'est évidemment ni l'arkose du puy de Châteix, ni le granit de la vallée de Royat.

» Je ne la trouve que dans le magnifique granit porphyroïde de la Margeride, à grands cristaux d'orthose (ils atteignent 10^{cm}) et d'oligoclase, si riche en apatite et en zircons inclus dans le feldspath. C'est elle qui proba-

blement, de même qu'aux environs du Puy, doit être le substratum, peut-être immédiat, à coup sûr peu distant dans la profondeur, de l'appareil volcanique de Montaudou, de Gravenoire et de Charade. Je dis « peut-être » immédiat » à cause de la très faible altération superficielle des feldspaths de Montaudou, et de la netteté, de la fraîcheur, des faces et des arêtes des zircons qui y sont inclus. On ne saurait, en effet, admettre un long séjour de ces minéraux dans un bain de basalte, sans la disparition à peu près complète de l'élément feldspathique et la fusion partielle des zircons. Le parcours de la lave dans la cheminée volcanique ne semble pas, par conséquent, avoir été bien considérable à Montaudou; ou, ce qui revient au même, comme effets produits, ce n'est qu'en approchant de la surface que la lave aurait rencontré et englobé des fragments du granit zirconifère, alors qu'elle était déjà en partie refroidie.

» Au Puy, la température du basalte ou la durée de l'immersion semblent avoir été plus considérables; car les zircons sont ou isolés dans les sables détritiques avec quelques rares cristaux de saphir et de grenat. Et ce n'est qu'exceptionnellement que ces minéraux *dans leur gangue* ont été signalés dans la lave soit par Louis Pascal, en 1843, au Croustez, à Denise, etc., soit tout récemment par M. Alfred Lacroix, dont le beau Mémoire a été couronné par l'Institut en 1892. »

MINÉRALOGIE. — *Sur une espèce minérale nouvelle découverte dans le gisement de cuivre du Boleo (Basse-Californie, Mexique).* Note de M. E. CUMENGE, présentée par M. Mallard.

« Le grand gisement de cuivre du Boleo (Basse-Californie), exploité depuis six ans sur une vaste échelle par une Compagnie française, a déjà fourni, en dehors des minerais ordinaires de cuivre qui le constituent, une curieuse espèce minérale, la *Boléite,* étudiée par MM. Mallard et Cumenge, et présentée à l'Académie en 1891.

» Une nouvelle espèce minérale cristallisée, comprenant, ainsi que la boléite, le cuivre, le plomb et le chlore comme éléments principaux, mais différente de la boléite sous le rapport de la composition chimique et de la forme cristalline, vient d'être découverte par moi dans la région exploitée par le puits qui porte mon nom dans la vallée de la Soledad.

» Cette espèce minérale se présente sous forme de petits cristaux

bleus parfaitement définis, disséminés dans une gangue d'argile blanche éruptive appelée *Jaboncillo* dans le pays. Cette argile se délite facilement dans l'eau, et laisse, par simple débourbage, les cristaux isolés.

» Ces cristaux se distinguent nettement, par leur forme et par leur couleur, des cristaux blancs d'anglésite, des cristaux cubiques bleus de boléite, des petites masses aciculaires et mamelonnées vertes d'atacamite qui sont disséminés, comme eux, dans la masse de jaboncillo.

» Leur couleur bleue est plus violacée que celle de la boléite, leur translucidité est plus grande et leur éclat plus vif.

» Jusqu'à présent il n'a été trouvé que des cristaux ayant de 2^{mm} à 7^{mm} dans leur plus grande dimension, comme les cristaux de boléite trouvés dans le même endroit. La boléite ayant offert des cubes de 10^{mm} à 15^{mm} de côté dans une région plus éloignée, il est possible que l'on découvre ultérieurement des cristaux plus volumineux de la nouvelle substance.

» La densité est de 4,675, tandis que celle de la boléite est de 5,08, circonstance toute naturelle puisque cette dernière contient une forte proportion d'argent (8 pour 100 environ), tandis que le métal précieux n'existe qu'à l'état de traces dans le nouveau minéral.

» Sa dureté n'est guère supérieure à celle de la calcite.

» Chauffée au tube de verre et à la lampe, elle fond en une masse noire laissant dégager de l'eau et des vapeurs légèrement acides.

» La composition de la nouvelle substance, en laissant de côté les traces de chlorure d'argent existant occasionnellement dans la matière, correspond très exactement à la formule

$$PbCl^2 . CuO + 2H^2O.$$

	Analyse (1).		Calcul.
Plomb	52,99		52,63
Cuivre	15,20		16,12
Chlore	18,53		18,03
Eau	9,00		9,15
Argent	0,15	Oxygène...	4,07
Oxygène (par diff.)	4,13		»
	100,00		100,00

» La formule qui représente la composition de la boléite est

$$PbCl^2 . CuO + H^2O + \tfrac{1}{3} AgCl.$$

(1) L'analyse a été faite par M. Fourment, chimiste au Boleo.

» Le métal précieux, au lieu de former un élément constitutif, comme dans la boléite, n'existe qu'à l'état de traces de chlorure d'argent entraînées dans la cristallisation de la nouvelle substance au sein du magma complexe d'où sont dérivés les divers cristaux que l'on rencontre simultanément dans la même gangue. Ces cristaux sont, par ordre d'abondance : la boléite, l'anglésite, l'atacamite, le gypse cristallin.

» La boléite paraît avoir concentré dans sa formation la presque totalité du métal précieux préexistant, puisque l'anglésite est encore moins argentifère que le nouveau minéral, et puisque l'atacamite et le gypse sont, comme la gangue elle-même, absolument privés d'argent.

» La forme cristalline du nouveau minéral appartient, selon toute vraisemblance, au système *orthorhombique*, tandis que la boléite appartient au système *cubique*. L'étude complète de cette forme cristalline sera faite ultérieurement. »

GÉOLOGIE. — *Sur les roches de la série porphyrique dans les Alpes françaises.* Note de M. **P. Termier**, présentée par M. Mallard.

« J'ai signalé dans ma précédente Communication ([1]) l'existence dans les Alpes françaises d'importantes venues de microgranulites et d'orthophyres. A ce sujet, rappelant les découvertes antérieures, j'ai indiqué la série d'éruptions suivantes pour la période que l'on peut appeler *hercynienne*, allant du Carbonifère au Trias.

Houiller	*Porphyrites*, puis *orthophyres*, puis *microgranulites*
Permien	Nouvelle venue de *porphyrites*
Trias supérieur.	*Mélaphyres*

» L'âge des microgranulites n'est point encore connu d'une façon certaine. J'incline à croire, par assimilation à la série contemporaine du Plateau central, qu'elles sont postérieures aux orthophyres. Depuis ma dernière Communication, M. Kilian a signalé une roche éruptive du mont Thabor, dont l'âge est le houiller inférieur. Cette roche est une microgranulite à amphibole passant à l'orthophyre : elle semble former un intermédiaire naturel entre les microgranulites du type Lautaret et les orthophyres francs du type Grandes-Rousses.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 971 (28 novembre 1892).

» De ces diverses venues, la plus importante semble avoir été celle des orthophyres. Dans le synclinal houiller qui longe immédiatement à l'est la crête cristallophyllienne des Grandes-Rousses, du Freney à Saint-Sorlin-d'Arves, sur une longueur de 20^{km}, les volcans orthophyriques étaient presque jointifs et entassaient d'énormes coulées de laves ou de tufs. Aux environs du col de la Croix-de-Fer, l'épaisseur totale des nappes éruptives dépasse certainement 1000^m. Dans le synclinal houiller, situé à l'ouest de la même crête, on ne trouve aucun témoin d'épanchement orthophyrique. Les volcans s'alignaient donc sur une étroite bande exactement parallèle aux plis de la chaîne récemment formée (chaîne hercynienne).

» Les microgranulites franches ne sont connues jusqu'ici que dans le massif de Combeynot, près du col du Lautaret. Peut-être faut-il y rattacher les pointements qualifiés *euritiques* par divers géologues et signalés dans le houiller du Briançonnais. En tout cas, la venue des microgranulites ne paraît pas pouvoir se mesurer, comme importance, avec celle des orthophyres.

» Les porphyrites antérieures aux orthophyres n'ont encore apparu qu'en galets dans ces dernières roches. Celles du Permien sont rares dans les Alpes du Dauphiné; mais il est probable qu'elles ont formé de grands épanchements dans le terrain permien du massif de la Vanoise. Ainsi s'expliqueraient et l'épaisseur anormale de ce terrain et sa richesse en alcalis et en magnésie. Malheureusement, les dépôts de cette région de la Savoie ont subi, par suite des influences dynamiques, un tel métamorphisme, qu'il est presque partout impossible de deviner la nature originelle des assises.

» Les mélaphyres apparaissent en coulées à la partie supérieure du Trias, d'une façon à peu près constante, à l'ouest et surtout au sud-ouest du massif du Pelvoux. Ils deviennent rares au nord de ce massif. Lory les a pourtant justement signalés sur le versant sud du pic des Trois-Évêchés, près du Villar-d'Arène. Il semble n'y avoir partout qu'une seule coulée mélaphyrique. Son épaisseur, qui est généralement inférieure à 20^m dans les régions du Bourg-d'Oisans, de Vizille, de La Mure, atteint fréquemment 100^m aux environs de La Salette. Au col d'Hurtières, près de Valbonnais, la coulée, où alternent la roche franche, les scories et les tufs, n'a pas moins de 200^m de puissance.

» Voici, sur ces diverses roches, quelques indications minéralogiques et chimiques. On verra combien sont distinctes les quatre familles auxquelles nous les avons rapportées. Les analyses chimiques ont été faites

avec beaucoup de soin au Bureau d'Essais de l'École des Mines de Saint-Étienne par M. Fabre, préparateur, sous la direction de M. Lebreton.

» A. MICROGRANULITE. — Composition minéralogique [1] :

» I. Apatite, zircon, mica noir, oligoclase, anorthose, orthose, quartz;

» II. Microgranulite très quartzeuse.

» Composition chimique (échantillon provenant du Lautaret) :

SiO^2	75,1	99,71
Al^2O^3	13,2	
Fe^2O^3	2,6	
CaO	0,33	
MgO	traces	
K^2O	3,55	
Na^2O	4,46	
Perte au rouge	0,47	

» B. ORTHOPHYRES. — Composition minéralogique [2] :

» I. Apatite, zircon, mica noir, amphibole (rare), oligoclase, orthose, très peu de labrador, quartz rare;

» II. Microlites d'orthose, plus rarement d'oligoclase, peu de quartz.

» Composition chimique (8 échantillons provenant de divers volcans du synclinal houiller à l'est des Grandes-Rousses) :

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
SiO^2	62,06	61,07	59,5	66,04	66,3	62,3	62,3	67,5
Al^2O^3	13,7	11,80	11,8	13,3	15,3	15,7	14,1	14,5
Fe^2O^3	8,9	13,1	13,1	8,4	5,4	6,7	8,2	7,0
CaO	1,05	1,99	2,2	1,6	0,9	2,1	1,3	1,1
MgO	1,4	1,90	2,7	2,2	2,6	3,1	3,4	2,3
H^2O	6,0	5,50	4,32	4,7	4,6	4,21	3,5	3,38
Ma^2O	5,19	2,80	3,96	3,4	2,8	3,77	4,4	3,38
Perte au rouge	1,41	1,60	1,55	1,1	1,2	1,3	2,2	1,6
	99,71	99,76	99,13	100,74	99,1	99,18	99,4	100,76

» C. PORPHYRITES. — Composition minéralogique :

» I. Magnétite, augite, feldspaths toujours kaolinisés (orthose);

» II. Magma peu fluidal, parfois ophitique, de labrador ou d'oligoclase et de hornblende brune, mica noir rare. Parfois un peu de quartz. Certaines variétés présentent des feldspaths arborisés; quelques-unes sont même franchement sphérolithiques (col du Sellar).

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXV, p. 972-973.

[2] *Ibid.*, t. CXV, p. 972-973.

» Composition chimique (4 échantillons provenant du massif du Pelvoux, le dernier provenant d'un galet dans l'orthophyre des Grandes-Rousses) :

	1.	2.	3.	4.	5.
SiO^2	50,7	48,7	52,8	50,7	63,4
Al^2O^3	18,8	17,2	19,8	16,8	17,9
Fe^2O^3	8,8	8,2	11,9	15,5	8,4
CaO	5,3	5,8	0,95	2,9	1,02
MgO	8,6	8,5	5,3	5,5	1,4
K^2O	0,83	3,7	2,7	2,31	4,2
Na^2O	2,8	1,03	3,54	3,78	3,96
Perte au rouge	3,56	7	3,1	2,85	0,72
	99,39	100,13	100,09	100,34	101,00

» D. Mélaphyres. — Composition minéralogique :

» I. Magnétite et oligiste, olivine altérée, rares feldspaths.

» II. Magma d'oligoclase, très peu de labrador, augite.

» Composition chimique (4 échantillons provenant de la région du Valjouffrey) :

	1.	2.	3.	4.
SiO^2	48,6	50,8	45,6	46,1
Al^2O^3	16,5	18,7	13,4	18,3
Fe^2O^3	10,6	11,4	21	16,3
CaO	4,1	3,83	2,7	1,8
MgO	9,4	3,4	6,8	6,7
H^2O	0,52	0,96	0,63	0,93
Na^2O	5,47	6,2	4,84	4,61
Perte au rouge	3,96	4,7	4,9	4,56
	99,15	99,99	99,87	99,3

» La forte teneur en soude, due à la présence presque exclusive de l'oligoclase, est tout à fait caractéristique de ces dernières roches. Peu de mélaphyres méritent à ce point l'épithète *andésitique*. »

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte du carbonifère marin dans la vallée de Saint-Amarin (Haute-Alsace).* Note de M. **Mathieu Mieg**, présentée par M. Daubrée.

« En dehors de quelques encrines mentionnées par Voltz et par Jourdan à Moosch et à Thann, aucun indice sérieux de carbonifère marin n'avait encore été reconnu dans la vallée de Saint-Amarin. Nous venons de découvrir dans cette vallée un gisement avec fossiles marins, qui comble cette lacune; il est situé à droite de la voie du chemin de fer, à 6^m environ de la sortie du deuxième tunnel en aval de la gare de Willer, dans la direction

de Bitschwiller. Les schistes fossilifères en stratification concordante avec les porphyres labradoriques, entre lesquels ils sont intercalés, plongent d'environ 50° S.-O. avec une direction S.-E. — N.-O.

» La coupe dans la direction de Bitschwiller est la suivante :

» 1° Porphyre labradorique du Stimpfelrain dans lequel sont creusés les deux tunnels.

» 2° Schistes avec fossiles marins et traces de plantes en partie gréseux et micacés, en partie métamorphiques, $0^m,55$ environ.

» 3° Schistes gréseux, avec traces de plantes, en partie métamorphiques, $2^m,10$.

» 4° Partie recouverte par la végétation, 2^m environ.

» 5° Porphyre labradorique grisâtre en partie altéré, à grands cristaux d'augite, $0^m,85$ environ.

» La faune marine des schistes de Willer, quoique beaucoup moins riche, rappelle un peu celle de la ferme Boutique et de Bourbach-le-Haut. Ainsi que les faunes des autres gisements de carbonifère marin connus en Haute-Alsace, elle renferme des espèces appartenant à l'horizon de Visé, dont les principales sont : *Goniatites sphæricus* Mart. *Raphistoma junior* de Kon. *Euomphalus pentagonalis?* Phill. *Eutalis ingens?* de Kon. *Eutalis acumen?* de Kon. *Productus semireticulatus* Mart. *Aviculopecten* vois. de *spinulosus* M'Coy, *Aviculopecten Knockoniensis?* M'Coy, *Aviculopecten Sowerbyi?* M'Coy, *Modiola* vois. de *ungaloba* M'Coy, *Mytilus sp., Cardiomorpha, sp.*

» De petits filons quartzeux capillaires remplissent les fentes des schistes fossilifères, et le maximum de l'action métamorphisante des eaux siliceuses paraît s'être exercé dans le voisinage des porphyres labradoriques avec lesquels ils ont été ployés et redressés. Ces porphyres constituent la masse principale de la colline du Stimpfelrain; leurs joints et leurs surfaces de glissement sont couverts d'un fort enduit brillant de matières serpentineuses et chloriteuses, avec nombreuses exsudations de calcite, pyrite de fer, etc.

» La relation des schistes carbonifères marins de Willer avec les schistes et la grauwacke bleue à plantes du Culm n'est pas visible du côté de Bitschwiller, mais en face de la colline du Stimpfelrain, sur le flanc droit du vallon qui mène à la ferme de l'Altrain, se rencontrent, après un petit affleurement de grauwacke métamorphique, des schistes noirs, avec traces de plantes peu abondantes, dont le plongement 83° N.-O. est inverse de celui des schistes fossiles marins de Willer et indique un pli anticlinal. Ces schistes, déjà signalés par M. G. Meyer (1), se poursuivent avec alter-

(1) *Beitrag zur Kentniss des Culm in den Sudlichen Vogesen* (*Abb. z. geol. Specialkarte von E.-L.*, Band III, Heft 7).

nance de minces couches de grauwacke sur environ trois quarts de kilomètre, dans une direction N.-O., entre Willer et Moosch; puis une importante masse de grauwacke bleue à plantes de Culm, exploitée dans une carrière, leur succède. L'étude du gisement carbonifère marin de Willer confirme les faits constatés précédemment avec notre collaborateur le Dr Bleicher, pour la grauwacke carbonifère de la Haute-Alsace; c'est-à-dire que les plis, passages latéraux d'une roche à une autre dans un même niveau géologique, ne permettent pas encore d'établir des divisions bien nettes dans ces puissants massifs, en dehors des groupes riches en fossiles végétaux et animaux. »

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Conditions biologiques de la végétation lacustre.* Note de M. **Ant. Magnin**, présentée par M. Duchartre.

« Dans une Note antérieure ([1]), j'ai donné un premier résumé de mes recherches sur la végétation des lacs du Jura; je le complète aujourd'hui en examinant particulièrement les conditions biologiques qui règlent la distribution de la végétation lacustre.

I. La flore lacustre comprend : 1° Une flore *littorale*, disposée en *zones de végétation* distinctes, qui se succèdent en allant des bords au milieu et que je propose d'appeler, d'après les plantes les plus caractéristiques : A, la *Cariçaie* (Caricetum); B, la *Phragmitaie* et C, la *Scirpaie*, ceinture littorale des plantes dressées hors de l'eau, s'étendant jusqu'à la profondeur de 2^m ou 3^m; D, la *Nupharaie*, plantes à feuilles nageantes, occupant le bord de la Beine, par 3^m à 5^m de profondeur; E, la *Potamogétonaie*, végétaux submergés ou flottants, descendant les pentes du Mont jusqu'à 6^m ou 8^m; F, les plantes de fond (*Chara*, etc.), tapissant le lac jusqu'à la profondeur de 8^m à 12^m; 2° Une flore *profonde*, succédant à la précédente, au-dessous de 12^m, quelquefois, à partir de 6^m, et qui n'est composée que de microphytes; 3° Une flore *pélagique*, représentée par les *Utricularia* et les *Ceratophyllum*, plantes hibernant au fond de l'eau, mais venant végéter à la surface et, accidentellement, par des fragments détachés de *Myriophyllum* et de *Potamogeton* formant des masses vivantes, libres, flottantes à la surface, comparables aux Sargasses de l'Océan.

» II. Cette distribution en zones de végétation et les limites d'extension en profondeur que je viens d'indiquer s'observent avec cette netteté, seulement dans les lacs soumis à l'érosion; elles subissent des modifications

---

([1]) *Comptes rendus*, 10 octobre 1892; depuis lors, j'ai porté le nombre des lacs explorés de 57 à 62.

notables suivant que les bords restent abrupts (lacs des tourbières) ou accores (bords rocheux), etc.; elles sont déterminées par l'organisation même de la plante, par les variations physiques du milieu dues à la profondeur, enfin par la concurrence vitale.

» Cette dernière cause se manifeste notamment par la présence des plantes des zones profondes (*Nuphar, Potamogeton,* etc.) près des bords, sous $0^m,50$ d'eau, lorsque ces bords ne sont pas envahis par les plantes sociales de la ceinture littorale (*Phragmites, Scirpus,* etc.).

» III. Les plantes lacustres sont, en effet, pour la plupart, très envahissantes; sur les quarante Phanérogames dont se compose la flore des lacs, trente-une sont pourvues de *rhizomes* et peuvent s'étendre sur de grandes surfaces, mais à des profondeurs variables, suivant la nature des tiges, pétioles et pédoncules que ces rhizomes produisent et suivant leur adaptation aux modifications que la profondeur détermine dans le milieu lacustre.

» Les rhizomes donnent, en effet, naissance : 1° chez les *Phragmites, Scirpus,* etc., à des tiges annuelles, rigides, organisées pour la vie aérienne ou aquatique, mais dont l'élongation, et par suite la profondeur du rhizome, est limitée par la durée de la période de végétation; 2° chez les *Potamogeton, Nuphar,* etc., à des tiges, des pédoncules, des pétioles grêles, flexibles, susceptibles de s'allonger beaucoup pour porter les appareils assimilateurs et reproducteurs à la surface ou près de la surface, et dont les rhizomes peuvent, par conséquent, se développer à une profondeur plus considérable.

» IV. Parmi les modifications du milieu aquatique dues à la profondeur, je crois devoir, en m'appuyant sur les expériences de M. Regnard et les recherches de M. Devaux, laisser de côté les variations de la *pression;* elles ne paraissent pas avoir d'influence sur la dispersion des plantes lacustres, du moins dans les faibles limites où elles s'exercent (2 atmosphères).

» Il n'en est pas de même pour l'*absorption des radiations* lumineuses et chimiques; la diminution progressive de l'*assimilation* avec la profondeur, qui en est la conséquence, et qui se manifeste déjà à la profondeur de 2^m, le ralentissement considérable de cette fonction sous 8^m ou 10^m d'eau, du moins chez les végétaux verts, sont des données expérimentales (Regnard) qui concordent bien avec mes observations dans les lacs du Jura : les végétaux de fonds y sont, en effet, surtout abondants entre 3^m et 5^m, et jamais je n'ai observé de macrophytes au-dessous de 12^m.

» V. La *température* a aussi une influence considérable; c'est elle, du

reste, « qui règle la distribution de la vie dans les eaux » et l'action retardatrice des basses températures sur les mouvements du protoplasme, la respiration, l'assimilation, la croissance, est prouvée par de nombreuses expériences; or, les observations que nous avons faites, M. Delebecque et moi, dans un assez grand nombre de lacs du Jura, nous ont donné ce résultat intéressant que, dans la saison chaude et pendant le jour, la température varie peu de la surface à 5^m (ou 8^m) de profondeur environ, mais subit une diminution rapide de 5^m à 10^m et de 10^m à 15^m; ainsi qu'on l'a vu plus haut, c'est précisément entre 10^m et 15^m que j'ai observé la limite extrême de la végétation macrophytique, et c'est entre 5^m et 10^m que les Phanérogames s'arrêtent ordinairement. Bien que nous n'ayons pas de données sur les variations de la température dans le sol même qui entoure les rhizomes et dans la lame d'eau située à son voisinage; cependant, en considérant l'abaissement de température qui se produit dans les couches comprises entre 5^m et 15^m, descendant à 8° et 7°, en été et pendant le jour, probablement à un degré moindre encore au printemps et au début de la période de végétation; on peut admettre que ces températures relativement basses arrêtent ou du moins retardent le développement des organes et contribuent ainsi à déterminer la limite inférieure des macrophytes aux profondeurs que j'ai trouvées dans l'ensemble des lacs du Jura, c'est-à-dire à 6^m-8^m pour les Phanérogames et à 12^m pour les plantes inférieures (Mousses, Characées) moins exigeantes au point de vue de la quantité des radiations lumineuses, chimiques et calorifiques qui leur sont nécessaires. La comparaison des lacs des tourbières et des lacs profonds apporte une nouvelle preuve à l'influence de la température : dans les premiers, dont le fond est sombre, la coloration brune, la température plus élevée (j'ai trouvé parfois 17° à 10^m de profondeur), la végétation phanérogamique peut descendre jusqu'à 11^m, tandis qu'elle s'arrête ordinairement à 6^m dans les lacs profonds où le refroidissement des couches est plus rapide. »

PISCICULTURE. — *Acclimatation en France de nouveaux Salmonides.* Note de M. **Daguin**, présentée par M. Blanchard.

« Pour l'alimentation du canal de la Marne à la Saône, on a créé plusieurs réservoirs en Haute-Marne. Le plus important, celui de la Liez, obtenu par le barrage d'une vallée au fond de laquelle coule le ruisseau de la Liez, est situé sous Langres. Il mesure environ 19^{km} de tour; la sur-

face en eau est de 292 hectares, dans plus de moitié desquels la profondeur varie de 10^m à 15^m.

» En janvier 1891, la Société des chasses et pêches de ce réservoir projeta dans cette masse d'eau 400 alevins de Saumon Quinnat, provenant de l'aquarium du Trocadéro : ils mesuraient alors *six* centimètres. Des alevins d'autres espèces y étaient déjà.

» En octobre de la même année, trois Quinnats furent pêchés, on les rejeta à l'eau : la longueur était de *seize* centimètres. En avril 1892, on en prit un qui, de même, fut rejeté : sa longueur atteignait *trente-cinq* centimètres. Quelques mois plus tard, deux autres furent pris, non plus dans le réservoir, mais dans les écluses du canal, à la hauteur de la gare de Langres. Ces deux poissons venaient évidemment du réservoir, d'où ils avaient dû être entraînés par le courant du déversoir. On peut croire facilement que d'autres ont, de même, gagné le canal et qu'on s'en apercevra tôt ou tard.

» Enfin, dans les derniers mois de 1892, sept Saumons ont été pris dans le réservoir; l'un d'eux, le plus gros, pesait *cinq mille cent grammes*.

» C'est donc une *croissance de deux mille cinq cents grammes par an !* Tout rapide qu'est ordinairement le développement du Quinnat, celui-ci n'est-il pas merveilleux? Vers la fin de novembre dernier, des braconniers de pêche, *malheureusement*, ont pris quelques Quinnats dans les ruisseaux qui aboutissent dans le réservoir. Je dis et je souligne « malheureuse- » ment », parce que c'était, à mon avis, *pour frayer* que ces poissons avaient abandonné les eaux profondes du réservoir et remonté les ruisseaux d'alimentation. Aussitôt ces captures connues, des mesures furent prises pour en empêcher le renouvellement : des gardes supplémentaires furent instituées; des tournées de nuit furent organisées; et, mieux encore, d'accord avec les ingénieurs de l'État, la Société des chasses et pêches fit établir sur les ruisseaux des grilles de protection. Ainsi, l'on peut espérer que désormais l'alevinage pourra s'effectuer sans encombre; et par là on peut prévoir le jour où les cours d'eau de la région seront peuplés de Quinnats, grâce aux alevins qui, par le courant du déversoir, auront été entraînés dans le canal et dans la Marne. Somme toute, c'est à la nature à peu près seule que l'on devra cette merveilleuse conquête du Quinnat, poursuivie à si grands frais et depuis si longtemps, mais en vain, dans les laboratoires et établissements piscicoles. Dans le réservoir de la Liez, en effet, le rôle de l'homme s'est borné à *semer le poisson;* le terrain *était propice :* de là le succès.

» Voilà une *leçon pratique* que doivent méditer les pisciculteurs.

» Dans les derniers mois de 1891, j'ai publié dans la *Revue agricole de la Haute-Marne* une Note sur un Poisson qui, jusqu'alors inconnu en France, venait d'être découvert dans le réservoir de la Liez.

» M. Jousset de Bellesme consulté reconnut dans ce Poisson le *Coregonus clupeoides*, Lac., espèce qui est localisée dans les lacs de l'Angleterre et de l'Écosse, particulièrement dans le lac Lhomond.

» Comment expliquer la présence de ce Corégone dans le réservoir de la Liez? On ne peut pas, je ne dirai pas admettre, mais seulement supposer que ce Poisson, passant des lacs dans la mer, ait traversé celle-ci jusqu'au Havre, remonté la Seine, puis la Marne, et soit parvenu ainsi jusqu'à Langres; non seulement cette migration est inadmissible en elle-même, mais encore il faudrait que le Poisson, pour pénétrer dans le réservoir, fût arrivé au déversoir au moment précis de son ouverture.

» Autre est donc la cause de la présence du *C. clupeoides* dans le réservoir de la Liez. Serait-ce que des oiseaux d'eau, Goëlands, Mouettes, Hirondelles de mer et même Canards, venant des lacs d'Écosse, auraient apporté dans le réservoir langrois du frai fécondé du Corégone, collé soit aux membranes de leurs pattes, soit aux lamelles de leur bec, frai qui, éclosant par la suite, aurait donné naissance aux spécimens capturés? Certes, de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau migrateurs et excellents voiliers fréquentent les réservoirs de la Liez; les uns, et c'est le plus grand nombre, venant en passage chaque année, les autres apparaissant accidentellement à la suite des tempêtes. Mais il est à peu près certain qu'ils n'ont point été les agents de transport du Corégone; les œufs de ce Poisson, comme ceux de tout Salmonide, sont *libres* et non agglutinés; il y en aurait donc fort peu qui pussent être enlevés ainsi et transportés par les oiseaux; or on verra plus loin que le réservoir paraît empoissonné de cette espèce. Il ne reste donc plus qu'une seule hypothèse, c'est que les *C. clupeoides* ont été introduits tout simplement, sans qu'on s'en doute, lors de l'empoissonnement du réservoir. Ce sont les établissements de l'État qui ont fourni l'alevin de cet empoissonnement; or ne peuvent-ils avoir tiré une partie de leurs œufs soit d'Angleterre, soit d'Écosse, et avoir eu ainsi, à leur insu, des œufs de ce Corégone dans leurs auges d'éclosion.

» C'est à cette hypothèse que je me rangeai.

» Depuis cette époque, des faits nouveaux et du plus haut intérêt ont été recueillis, que je me fais un devoir de porter à la connaissance des pisciculteurs. Tout d'abord, un mot touchant le réservoir de la Liez. C'est

une masse d'eau considérable, éminemment favorable à la nutrition et, par conséquent, au développement des Poissons des grands cours d'eau et des lacs. D'abord j'eus la crainte que l'on eût pris les seuls exemplaires de *Coregonus clupeoides* existant dans le réservoir de la Liez; je me basais sur ce double fait que, d'une part, les sept Poissons capturés l'avaient été d'un seul et même coup de *senne;* d'autre part, que les poissons, surtout les jeunes, ont l'habitude de se grouper par espèce.

» Heureusement, ma crainte n'était pas fondée; des captures nouvelles sont venues nous rassurer et, mieux encore, nous faire espérer que ce Corégone est définitivement acquis à la faune française. Ainsi, au mois de février 1892, *dix-sept* Corégones furent pris, quatre un jour, treize un autre. Ils pesaient sensiblement le même poids que les sept de la première pêche : de 500^{gr} à 700^{gr}. Plus tard, on prit de nouveaux Corégones, qui montrèrent qu'on avait en cette espèce un Poisson à croissance rapide : quelques-uns des derniers pêchés atteignaient le poids de *deux mille cinq cents grammes* et mesuraient *soixante-quinze centimètres* de longueur. N'est-ce pas là un résultat sérieux, magnifique et de toute importance? »

M. G. **Hinrichs** adresse une Note ayant pour titre : « Détermination du poids atomique véritable du chlore ».

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 avril 1893.

Annales du Conservatoire des Arts et Métiers, publiées par les professeurs. Deuxième série, t. IV. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bertrand.)

Recherches sur l'histoire de l'Astronomie ancienne, par Paul Tannery. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

L'hérédité normale et pathologique, par André Sanson. Paris, Asselin et

Houzeau, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Brown-Séquard.) (Renvoyé à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie.)

Traité de Chirurgie de guerre, par E. DELORME. Paris, Félix Alcan, 1888, 1893. T. I et II; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.) (Renvoyé à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon, t. XI, 1892. Paris, G. Masson, 1893; 1 vol. in-8°.

Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences. Vol. IX, Part I; vol. VIII, Part II. New-Haven, published by the Academy, 1892, 1893; 2 vol. in-8°.

The more destructive locusts of America North of Mexico, by LAWRENCE BRUNER. Washington, Government printing Office, 1893; broch. in-8°.

Revista de Sciencias naturaes e sociaes, vol. segundo, n° 8. Porto, typographia occidental, 1893; br. in-8°.

Annual statement of Works carried out by, public Works department, during the year 1891. Sydney, Charles Potter, Government printed, 1892; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er MAI 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Le mouvement des liquides étudié par la Chronophotographie.* Note de M. **Marey**.

« Une étude expérimentale de la locomotion dans l'eau exige qu'on puisse déterminer à la fois les mouvements de l'animal qui nage et ceux qu'il imprime au liquide dans lequel il se meut. Dans une Note précédente, j'ai montré que la Chronophotographie permet de suivre les phases du mouvement d'un poisson ([1]); je vais indiquer aujourd'hui les conditions dans lesquelles cette méthode se prête à exprimer les mouvements qui se passent dans le liquide lui-même.

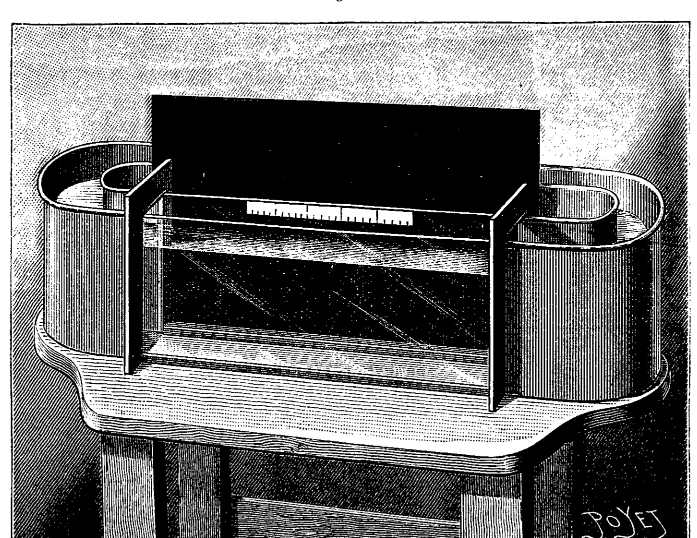
([1]) *De la natation de la Raie* (*Comptes rendus*, 16 janvier 1893).

» Les mathématiciens qui ont soumis à l'analyse les ondes qui se produisent à la surface de l'eau, les courants et remous qui se font dans sa profondeur, ont toujours regretté de n'avoir d'autre base expérimentale que les données, bien incertaines, que fournit la simple observation. Le jeu de la lumière à la surface de l'eau, l'agitation de petits corps tenus en suspension dans le liquide, sont des phénomènes trop fugitifs pour que notre œil puisse les apprécier exactement; c'est pourquoi j'ai tenté d'en fixer les caractères par la chronophotographie.

» La disposition que j'ai employée pourra servir aux physiciens comme aux physiologistes. Voici en quoi elle consiste :

» De l'eau est contenue dans un canal elliptique dont les parois, sur une partie de leur longueur, sont rectilignes et formées de glaces (*fig.* 1).

Fig. 1.



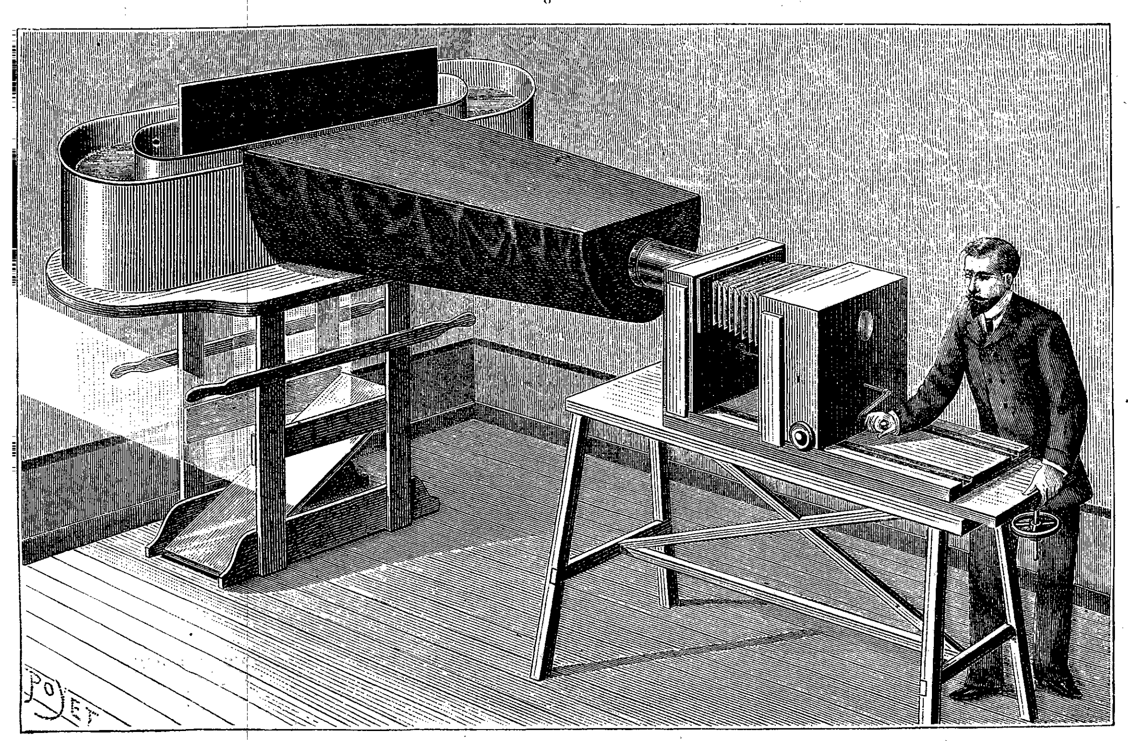
C'est dans cette partie transparente que les mouvements du liquide, rendus visibles ainsi qu'on va le dire, seront saisis par la photographie.

» Un champ obscur de velours noir est établi derrière la partie transparente du canal; en avant, des rideaux opaques (*fig.* 2) disposés en une sorte de pyramide creuse s'étendant jusqu'à l'objectif du chronophotographe et empêchant la lumière extérieure d'éclairer le liquide. Celui-ci est traversé de bas en haut par la lumière solaire que reflète un miroir incliné placé au niveau du sol.

» Si l'eau est parfaitement limpide, elle est traversée par la lumière

solaire sans en rien envoyer dans la direction de l'appareil photographique, sauf dans la partie de sa surface qui mouille la paroi de verre située du côté de l'appareil. En cet endroit, en effet, la capillarité forme un ménisque concave qui règne tout le long de la paroi. La lumière solaire

Fig. 2.



Disposition employée pour étudier, par la Chronophotographie, les mouvements qui se passent dans les liquides agités.

qui traverse l'eau éprouve sous ce ménisque une réflexion totale; aussi voit-on, sur la glace dépolie de l'appareil photographique, une ligne très brillante et très fine qui marque le niveau de l'eau et qui, se déplaçant avec lui, traduira sur les épreuves photographiques toutes les ondulations de la surface.

» Quand on veut saisir également les mouvements qui se passent à l'intérieur du liquide, on les rend visibles au moyen de petits corps brillants en suspension dans l'eau, et que la lumière solaire éclaire vivement. A cet effet, on fait fondre, en proportions convenables, de la cire, qui est moins dense que l'eau, et de la résine dont la densité est plus grande; puis, avec

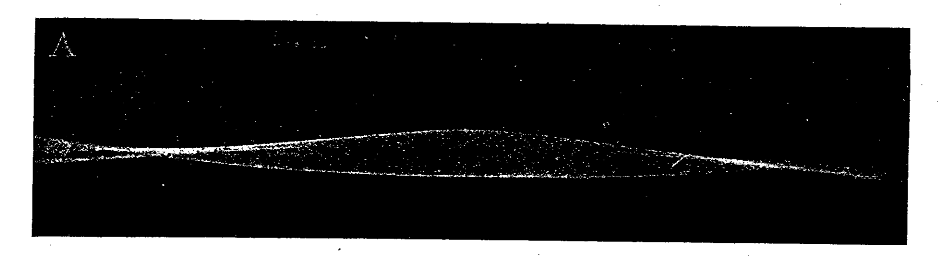
cette matière plastique, on fait un grand nombre de petites boules qu'on argente par le procédé en usage dans les pharmacies. Ces perles brillantes doivent être légèrement plus denses que l'eau douce, de manière que, si on les plonge, elles gagnent le fond avec lenteur. Il suffit alors d'ajouter graduellement dans le canal une certaine quantité d'eau salée pour que les perles brillantes se trouvent suspendues dans le mélange et en équilibre indifférent.

» Enfin, une règle centimétrique, dessinée sur du papier, est collée sur la paroi du cristal, au-dessus du niveau du liquide (*fig.* 1). Cette règle, qui se reproduira sur les images, servira d'échelle pour mesurer l'amplitude des mouvements photographiés.

» Avec ce dispositif on peut exécuter un grand nombre d'expériences sur le mouvement des liquides; j'en vais présenter quelques-unes sous forme de photogrammes.

» A. *Changements du profil des liquides dans les ondes.* — La ligne brillante qui marque le niveau de l'eau prend, lorsqu'on agite ce liquide, des inflexions qui rappellent celles des cordes vibrantes. Les ventres et les nœuds, c'est-à-dire les *crêtes* et les *creux*, tantôt occupent des points fixes, comme dans le *clapotis*, et tantôt se déplacent avec des vitesses variables, comme dans les *vagues* et la *houle*.

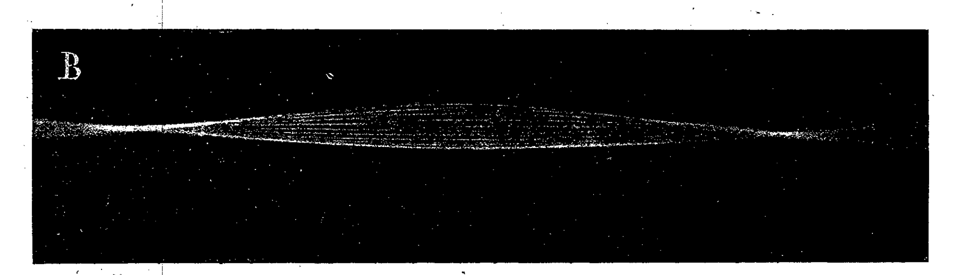
» La *fig.* A représente le mouvement sur place d'une onde de clapotis simple. On a obtenu ce mouvement en plongeant dans l'eau, à des intervalles de temps égaux et convenablement réglés, un cylindre plein qui imprimait au liquide des oscillations régulières. Ces impulsions rythmées doivent être produites dans la partie du canal opposée à celle où le mouvement est étudié.



» L'objectif de l'appareil étant ouvert en permanence, la ligne brillante du niveau de l'eau a laissé la trace de son passage dans tous les lieux qu'elle a parcourus, mais avec une intensité plus grande aux points où sa vitesse était moindre : ainsi au voisinage de nœuds et aux points morts de

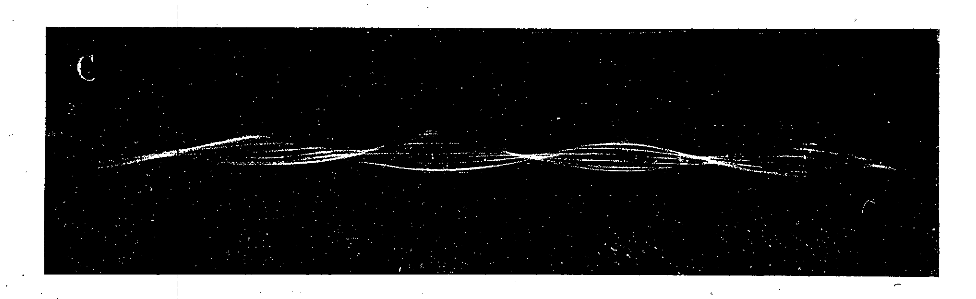
son oscillation, c'est-à-dire à la crête et au creux, où la vitesse, avant de changer de signe, passe par un minimum.

» Si l'on veut mieux connaître les changements de vitesse que présente le profil de l'onde aux différentes phases d'une oscillation simple, il faut recourir à la Chronophotographie ([1]), c'est-à-dire admettre la lumière pendant des instants très courts et à des intervalles de temps réguliers. On obtient alors (*fig.* B) les positions successives du niveau du liquide.



Ces positions se traduisent par des courbes plus espacées au milieu de l'oscillation, plus rapprochées au voisinage des crêtes et des creux.

» Enfin, si l'on change la cadence du mouvement imprimé au liquide en l'accélérant d'une manière graduelle, on tombe dans d'autres périodes de clapotis où les ondes sont plus courtes, comme celles de la *fig.* C.

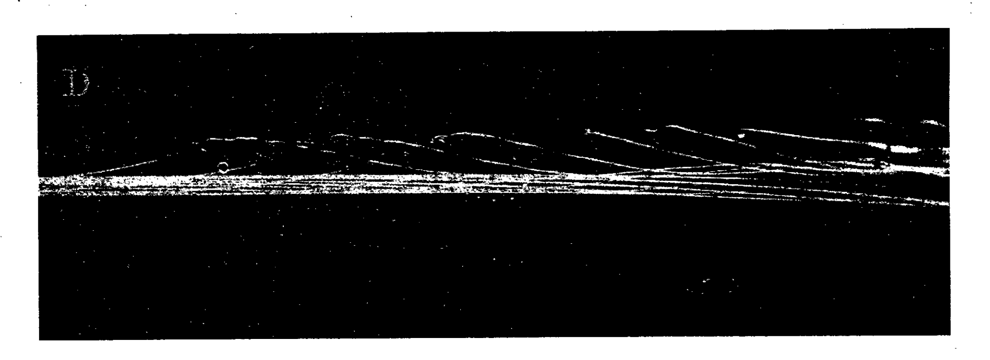


» Dans tous les cas, le profil de l'onde qui passe par les crêtes et les creux a la forme que les hydrauliciens lui ont assignée : celle d'une trochoïde.

» Les ondes animées de translation, vagues et houles, montrent sur les images chronophotographiques la vitesse de leur transport ainsi que leurs changements de forme et d'amplitude.

([1]) Voir pour la description de cette méthode, *Comptes rendus*, 7 août 1882.

» La *fig.* D représente, par la Chronophotographie, une vague produite de la manière suivante : le cylindre qui sert à mettre l'eau en mouvement est immergé dans le canal, à l'extrémité droite de la paroi de cristal, en



un point invisible à l'observateur. Quand l'agitation de l'eau est passée, on soulève ce cylindre, puis on le replonge brusquement. La série d'images qui se voient sur la *fig.* D correspond aux premiers instants du phénomène.

» C'est d'abord une suite d'abaissements progressifs du niveau de l'eau à mesure que le cylindre émerge; puis une brusque intumescence au moment où le cylindre est plongé de nouveau. Cette intumescence chemine vers la gauche de la figure en diminuant peu à peu de hauteur. Des ondes plus petites interfèrent avec l'onde principale et l'accompagnent dans sa marche.

» Comme le nombre des images était de 14 par seconde, on connaîtra la vitesse de l'onde à chaque instant en mesurant, d'après l'échelle métrique, le chemin parcouru par sa crête pendant chaque quatorzième de seconde, soit environ $0^m,16$, ce qui correspondait à une vitesse de $2^m,24$ à la seconde.

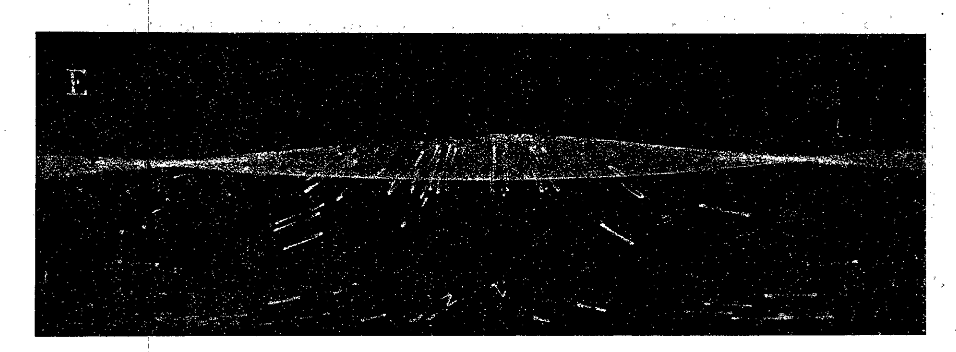
» Les ondes animées de translation donnent à la Chronophotographie des profils incomplets : le versant postérieur est le mieux marqué et parfois même le seul visible sur les images [1].

» B. *Mouvements intérieurs du liquide dans les ondes.* — On répand en grand nombre, dans l'eau du canal, les perles brillantes dont il a été

(1) Il semble que, par l'effet du transport de l'onde, le ménisque capillaire qui réfléchit la lumière du Soleil s'efface du côté où l'onde progresse, c'est-à-dire sur le versant antérieur.

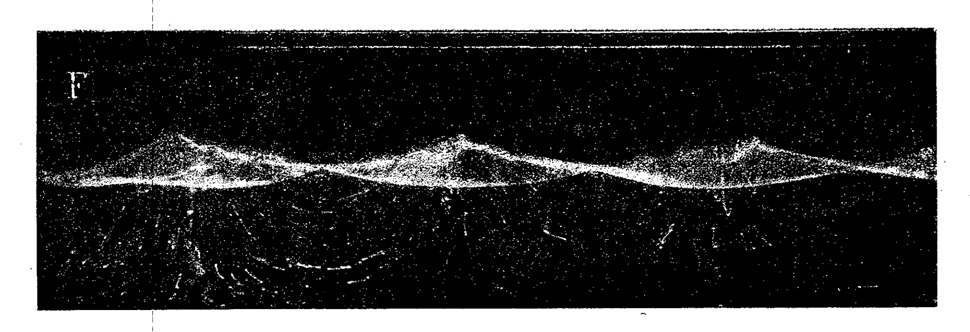
question plus haut. Si l'on reproduit alors les mouvements de clapotis ou de vagues, on obtient sur les photogrammes les trajectoires de ces perles dans les différentes parties de l'onde, c'est-à-dire les mouvements qu'éprouvent, en ces points, les molécules du liquide lui-même.

» Sur la figure E, on reconnaît, à son profil, l'onde de clapotis simple. A l'intérieur de cette onde, les molécules oscillent verticalement en face



des ventres, horizontalement aux nœuds, obliquement dans les positions intermédiaires.

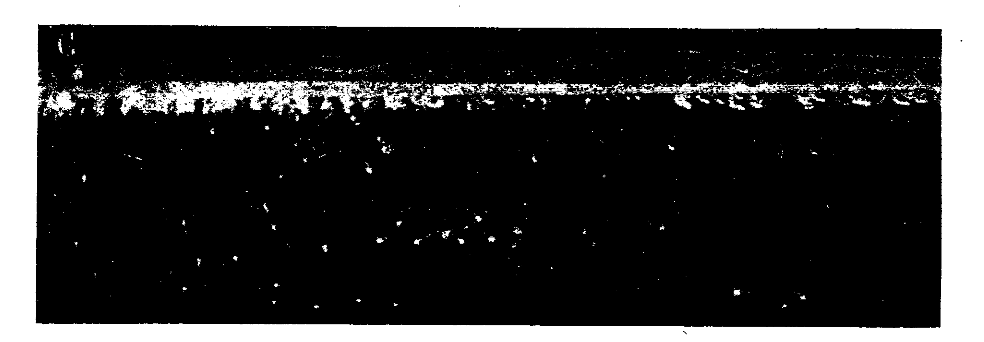
» Pour mieux suivre l'ensemble de ces mouvements intérieurs, produisons (*fig.* F) un clapotis de période plus courte.



» On voit alors comment les trajectoires des molécules se disposent suivant des courbes dont les centres sont aux nœuds. Ces expériences confirment les résultats donnés par les études analytiques de notre confrère M. Boussinesq.

» Dans les ondes qui cheminent, le mouvement intérieur des molécules est différent : ainsi la *fig.* G est produite par l'immersion brusque du cylindre dans le canal. L'onde marchait de droite à gauche; l'objectif a été ouvert en permanence.

» Les molécules de la surface décrivent des demi-ellipses dans un plan parallèle à la direction du transport de l'onde ([1]). Dans les couches profondes du liquide, la courbe suivie par les molécules est de moins en moins



prononcée; au fond du canal, leur trajectoire finit par se réduire à une ligne presque droite.

» Quand on imprime au cylindre un mouvement de va et vient, comme dans le cas de la *fig.* D, les molécules décrivent à la surface du liquide des courbes fermées ([2]).

» C. *Courants et remous.* — La forme annulaire du canal permet d'y faire naître des courants continus au moyen d'une petite hélice immergée dans un point plus ou moins éloigné de celui où le mouvement s'observe. Les perles brillantes participant au mouvement du liquide lui-même permettent de déterminer, dans les différentes régions du courant, la trajectoire et la vitesse des molécules liquides.

» Pour obtenir la *fig.* H, on avait placé sur le trajet du courant un obstacle formé par une plaque de verre inclinée à 45° environ. Cette plaque, maintenue à frottement entre les deux parois de cristal, ne présente que sa tranche à l'objectif du chronophotographe.

» La plaque a été démasquée pendant trois secondes; la fréquence était

---

([1]) Les petites perles qui flottent à la surface de l'eau donnent leurs trajectoires sous deux aspects différents : tantôt c'est une ligne brillante et tantôt une ligne sombre. Ce dernier effet, assez singulier au premier abord, tient à ce que les perles flottantes qui touchent la paroi de cristal interrompent la continuité du ménisque capillaire qui brille à la surface de l'eau.

([2]) Dans toutes ces expériences, pour obtenir des résultats bien exacts, il faudrait disposer d'un moteur mécanique pour imprimer les impulsions au liquide du canal. Les mouvements donnés à la main ont rarement la précision nécessaire.

de quarante-deux images par seconde; le courant marchait de droite à gauche.

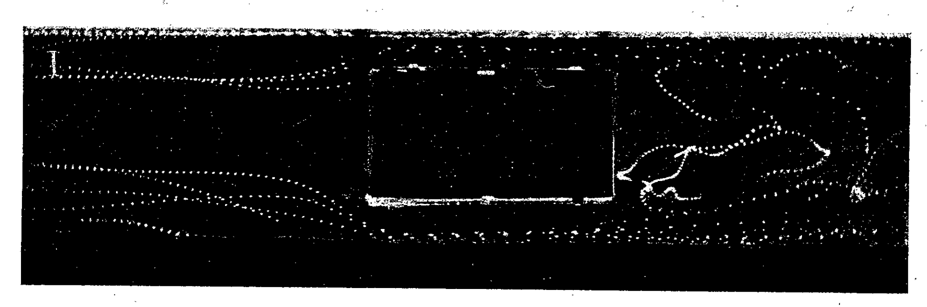
» Si nous ne considérons d'abord que les trajectoires des différents filets liquides, nous voyons que ceux-ci arrivent sur l'obstacle avec des directions plus ou moins obliques, et que, suivant la loi d'Avanzini, il se



fait un partage de ces filets près du bord inférieur du plan incliné. En arrière de l'obstacle, les filets de liquide exécutent des remous capricieux.

» Quant à la vitesse du liquide en chaque point, elle se déduit de l'écartement des images des perles. Celles-ci, parfois confondues en une trajectoire continue, expriment une grande lenteur du courant; d'autres fois, écartées les unes des autres, elles permettent de mesurer, d'après l'échelle métrique, le chemin parcouru en $\frac{1}{42}$ de seconde, c'est-à-dire la vitesse absolue du courant.

» Avec cette disposition, il est facile de mesurer l'influence qu'exercent sur le partage des filets liquides l'inclinaison du plan et la vitesse du courant. On peut aussi déterminer comment se comportent les filets liquides suivant la forme des obstacles qu'ils rencontrent. Ainsi, dans le cas représenté figure I, l'obstacle était formé par une caisse, en forme de



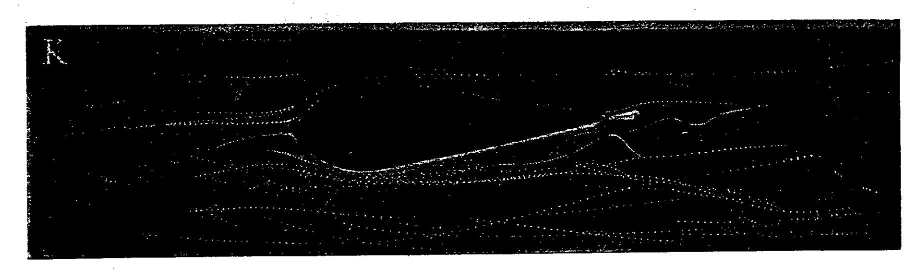
parallélépipède rectangle, immergée dans le canal, dont elle occupe toute la largeur. Les faces supérieure et inférieure de cette caisse étaient en

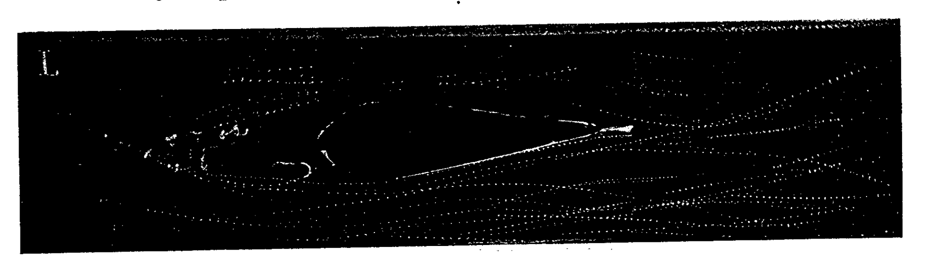
verre, pour laisser passer la lumière et éclairer les perles qui passaient au-dessus de la caisse; le courant allait de gauche à droite.

» En avant de la paroi verticale de la caisse, les filets liquides se partagent et, dès qu'ils commencent à s'infléchir, leur vitesse s'accroît; ils passent rapidement le long des bords de la caisse et vont former des remous en arrière.

» Les *fig.* K et L montrent comment le courant se comporte à la rencontre d'un corps pisciforme, c'est-à-dire d'un solide dont la coupe serait une sorte de fuseau inégalement effilé à ses deux extrémités [1].

» Dans la *fig.* K, le courant rencontrait le corps pisciforme par son côté obtus; les veines fluides suivent les parois, et s'échappent à l'arrière en présentant peu de déviation. Mais si l'on renverse le sens du courant de façon que le liquide aborde le corps pisciforme par son extrémité la plus aiguë, le liquide, après avoir dépassé le maître-couple, forme des remous très prononcés (*fig.* L).





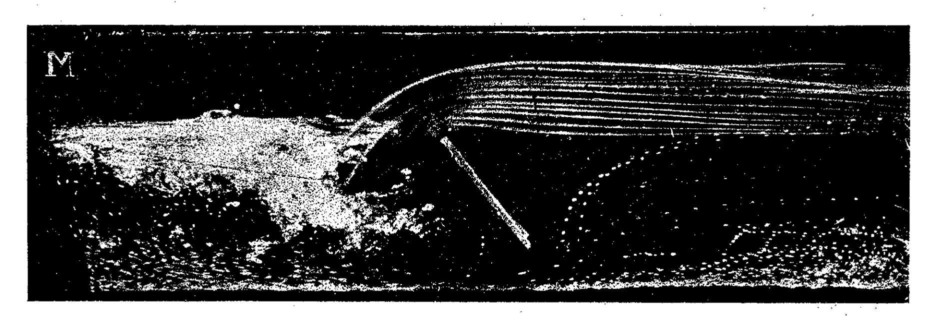
---

(1) Ce solide immergé, devant laisser passer la lumière de bas en haut, était formé de deux joues d'ébonite; le profil de l'une d'elles est visible derrière la glace. Ces joues touchaient les parois du canal; une lame transparente de celluloïd, courbée suivant le contour de ces joues, y était soudée de manière à former une cavité close. La transparence insuffisante du celluloïd fait que les perles qui passent au-dessus du corps immergé sont moins éclairées que les autres, mais cependant encore visibles dans les chronophotogrammes.

» L'intensité des remous qui constituent une part de force vive peut être considérée comme un criterium des résistances que rencontrent les corps immergés dans un courant. Or on voit que la forme des poissons, dont l'extrémité antérieure est généralement obtuse et la postérieure très effilée, est parfaitement adaptée à la facilité de leurs mouvements dans l'eau. Car, d'après la plupart des auteurs, les conditions de la résistance des fluides sont réversibles, c'est-à-dire qu'elles sont les mêmes, à vitesse égale, pour des corps immobiles immergés dans un courant, et pour ces mêmes corps se mouvant dans un liquide immobile [1].

» Quand le liquide est poussé avec violence contre un obstacle immergé près de sa surface, ce liquide se soulève et retombe en cascade de l'autre côté de l'obstacle. Ce phénomène fugitif, que l'œil ne peut suivre dans ses détails, est traduit avec toutes ses phases par la Chronophotographie.

» La *fig.* M montre, d'après les changements du niveau de l'eau, les phases successives de l'intumescence du liquide qui arrive sur l'obstacle,



tandis que les perles brillantes traduisent les mouvements des molécules dans les couches profondes du canal.

» Cette énumération sommaire des applications de la Chronophotographie à l'analyse des mouvements des liquides suffira pour montrer les ressources de cette méthode que j'applique actuellement à l'étude de la locomotion des animaux aquatiques.

» Les physiciens pourront peut-être aussi recourir à cette méthode pour contrôler certains points de la théorie des ondes et des courants et même

---

(1) La Chronophotographie serait également applicable à l'étude des mouvements de l'air, et montrerait la façon dont les filets gazeux se comportent contre les obstacles de différentes formes. Une soufflerie, produisant dans un conduit à parois de verre une circulation d'air tenant en suspension des parcelles de duvet fortement éclairées, réaliserait les conditions nécessaires pour ces études.

pour étudier l'action des différentes sortes de propulseurs d'après les mouvements qu'ils impriment au liquide dans lequel ils se meuvent. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Détermination de la chaleur spécifique du bore.* Note de MM. **Henri Moissan** et **Henri Gautier**.

« Les premières déterminations relatives à la chaleur spécifique du bore ont été exécutées par Regnault. Ce savant a obtenu la valeur numérique 0,2352 pour chaleur spécifique moyenne du bore graphitoïde entre 17° et 99° et 0,2574 pour celle du bore cristallisé entre 14° et 100°. Des expériences ultérieures de Kopp ont fourni les nombres 0,254 pour le bore amorphe entre 18° et 48° et 0,230 pour le bore cristallisé entre 21° et 51°. En calculant la chaleur atomique du bore au moyen de l'un quelconque de ces nombres on trouve un produit très éloigné de 6,4.

» Dans un travail qui avait pour but de rechercher si le carbone, le silicium et le bore ne suivaient pas la loi de Dulong et Petit à des températures différentes de celles où avaient opéré ses prédécesseurs, Weber effectua un certain nombre de déterminations de la chaleur spécifique du bore. Les expériences ont porté exclusivement sur le bore cristallisé, et le Tableau suivant résume les valeurs numériques qu'il a obtenues.

Intervalles de températures......	—79°,2 à 0°	0° à 53°,32	0° à 100°,06	0° à 151°,6	0° à 202°,9	0° à 263°,6
Chaleur spécifique moyenne.......	0,1915	0,2382	0,2548	0,2725	0,2890	0,3068

» On peut représenter graphiquement ces résultats, en prenant pour abscisses les températures et pour ordonnées les quantités de chaleur nécessaires pour porter l'unité de poids de 0 à t; on obtient ainsi une courbe dont la courbure est assez faible pour que l'on puisse considérer le coefficient angulaire de la corde joignant les points relatifs aux températures t_1 et t_2, comme représentant la chaleur spécifique à la température $\frac{t_1+t_2}{2}$ si t_1 et t_2 sont peu éloignées. En opérant ainsi Weber a donné les nombres suivants :

Température..........	—39°,6	26°,6	76°,7	125°,8	177°,2	233°,2
Chaleur spécifique.....	0,1915	0,2382	0,2737	0,3069	0,3378	0,3663
Chaleur atomique.....	1,106	2,620	3,010	3,375	3,715	4,029

» Le plus élevé de ces nombres, 4,029, est encore bien éloigné de 6,4. Weber a cependant conclu de ses expériences que, vers 1000°, on obtiendrait une chaleur atomique voisine de 5,5, et que, par conséquent, le bore rentrerait dans la loi formulée par Dulong et Petit.

» Or, dans de pareilles limites, il nous semble qu'une extrapolation ne présente pas une grande valeur. De plus, les expériences de Weber ayant été effectuées sur du bore cristallisé, que l'on reconnaît aujourd'hui ne pas être du bore pur, la question de savoir si le bore suit ou ne suit pas la loi de Dulong et Petit se trouvait encore à résoudre.

» L'un de nous étant parvenu, l'année dernière, à préparer le bore amorphe à l'état de pureté, nous avons repris la détermination de la chaleur spécifique de ce corps simple.

» Toutes nos expériences ont été effectuées avec le calorimètre à glace, qui est un appareil très commode pour ce genre de recherches. Les indications qu'il fournit n'ont pas, en effet, à subir de corrections si l'on refroidit extérieurement l'appareil avec de la glace provenant de l'eau distillée. Si l'on remplace cette dernière par de la glace du commerce, qui fond à une température un peu inférieure à la première, il se forme dans le calorimètre une petite quantité de glace qui donne lieu à une légère augmentation de volume; il est facile d'en tenir compte en suivant avant l'expérience la marche du mercure dans la tige divisée. Les valeurs indiquées ci-dessous ont subi cette correction.

» Le bore soumis à l'expérience était contenu dans un petit cylindre de platine muni d'un couvercle avec fermeture à baïonnette. De plus, comme le bore amorphe est peu conducteur de la chaleur, on a augmenté sa conductibilité en l'additionnant de petits morceaux de platine de forme lenticulaire.

» La valeur en calories de chacune des divisions de la tige calibrée était de $0^{cal},543$.

» Nous avons fait trois séries d'expériences : une première série vers 100°, une seconde vers 190°, et la troisième vers 235°.

» A la température de 100° le bore était chauffé dans un tube autour duquel circulait un courant de vapeur d'eau.

» Pour les températures supérieures nous avons renoncé à l'emploi des courants de vapeurs de liquides organiques qui sont difficiles à régler : le tube a été entouré d'un bain d'huile que l'on pouvait agiter avec facilité.

» Le cylindre de platine pesait $7^{gr},6460$ et le poids de grenaille de platine utilisée dans chaque expérience était de $5^{gr},4225$. Ce tube, ne renfer-

mant que le poids de grenaille de platine indiqué, a donné les résultats contenus dans le Tableau suivant :

Température.	Nombre de divisions.	Température moyenne.	Nombre de divisions pour 1°.
100°	81	100°	0,810
100	81		
100	82		
182	152	182	0,817
183	153		
182	154		
237	194	234	0,823
232	191		
230	190		
233	192		

» En répétant cette série de déterminations avec le tube contenant le bore, nous avons obtenu les résultats suivants :

Température.	Poids du bore.	Nombre de divisions pour le bore et le platine.	Nombre de divisions pour le bore seul.	Chaleur spécifique moyenne.
100°	1,9065	189	108	0,3076
100	1,8385	186	105	0,3101
100	1,9495	191	110	0,3064
100	2,0645	196	115	0,3024
191	2,2425	422	266	0,337
194	2,3555	447	289	0,342
192	2,4195	451	294	0,343
235	2,4805	576	383	0,356
233	2,2470	537	345	0,357
235	2,4255	571	378	0,359

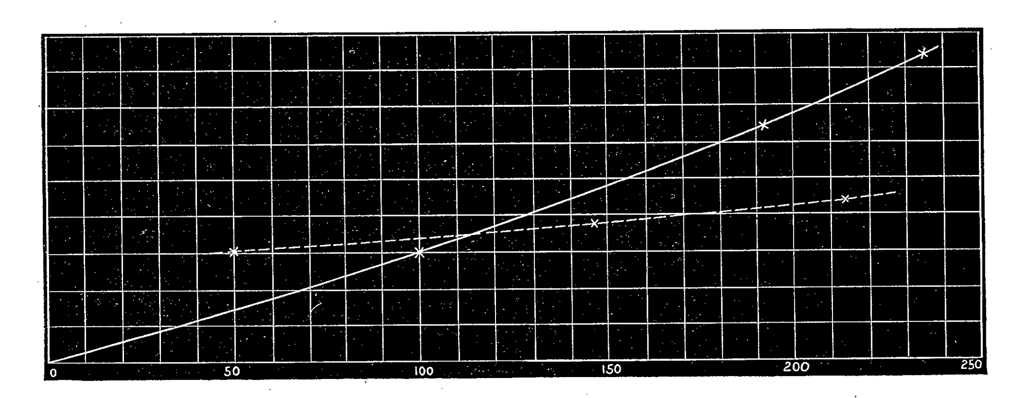
» Les moyennes de ces trois séries de déterminations sont les suivantes :

$$C_0^{100} = 0,3066, \qquad C_0^{192,3} = 0,3407, \qquad C_0^{234,3} = 0,3573.$$

» Si l'on se sert de ces nombres pour calculer les quantités de chaleur nécessaires Qt pour porter 1^{gr} de bore de $0°$ à $t°$, on trouve

$$Q_{100} = 30,66, \qquad Q_{192,3} = 65,52, \qquad Q_{234,3} = 83,72.$$

» Ces résultats sont représentés par la courbe en trait plein (*fig.* 1). Comme on le voit, cette courbe possède une faible courbure, de sorte que les chaleurs spécifiques aux températures $\frac{0+100}{2}$, $\frac{100+1,92}{3}$ et



$\frac{192,3+234,3}{2}$ seront très sensiblement représentées par les valeurs suivantes :

$$\gamma_{50} = \frac{Q_{100}}{100} = 0,3066,$$

$$\gamma_{146,1} = \frac{Q_{192,3} - Q_{100}}{92,3} = 0,3776,$$

$$\gamma_{213,3} = \frac{Q_{234,3} - Q_{192,3}}{42} = 0,4333.$$

» En prenant ces valeurs pour ordonnées d'une courbe dont les températures sont les abscisses, on obtient à peu près une droite; c'est la courbe ponctuée (*fig.* 1). Les chaleurs atomiques correspondantes sont

$$3,372, \quad 4,153, \quad 4,766.$$

» Ces chaleurs croissent proportionnellement à la température.

» *Conclusions.* — En résumé, la chaleur spécifique moyenne du bore, entre 0° et 100°, a été trouvée expérimentalement égale à 0,3066. Ce chiffre est plus élevé que celui de Weber. La différence se poursuit d'ailleurs dans le même sens jusqu'à la température de 234°.

» Le chiffre trouvé 0,3066 fournit, lorsqu'on le multiplie par le poids atomique du bore 11, la valeur 3,3 au lieu de 6,4, nombre admis pour la loi de Dulong et Petit.

» Cette chaleur atomique augmente avec la température, et si l'on

vient à extrapoler les résultats indiqués plus haut jusqu'à une température voisine de 400°, on obtient, pour la chaleur atomique, un nombre voisin de 6,4. En dépassant cette température, on aurait un chiffre plus élevé.

» Nous n'avons pas entrepris de déterminations à ces températures voisines de 400°, estimant que des mesures faites dans ces conditions ne présenteraient aucune valeur au point de vue de la loi de Dulong et Petit, qui avait été établie par leurs auteurs sur des chaleurs spécifiques mesurées entre 0° et 100°. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur des phosphates en roche d'origine animale et sur un nouveau type de phosphorites*; par M. **Armand Gautier**.

« Les phénomènes de la vie animale et végétale interviennent, plus qu'on ne l'a pensé tout d'abord, dans la formation des terrains géologiques et dans la production de leurs variétés locales ou successives. Les dépôts houillers et les tourbières, les récifs et les îles qui s'élèvent peu à peu dans les eaux marines grâce à la reproduction des coraux et des nullipores; la formation des terrains crayeux par l'accumulation des dépouilles calcaires des foraminifères ayant vécu à la surface ou près de la surface des mers; le dépôt continu de la vase des mers profondes formée d'un mélange de test de globigérines, d'orbulines, de nummulites calcaires, avec diatomées et radiolaires siliceuses qu'empâte une argile rougeâtre, etc., sont des exemples connus de ces formations dues à la vie animale ou végétale, ou, du moins, fortement modifiées par elle.

» Dans bien des cas, la production des terrains et des roches phosphatées et, comme on le verra, des nitres naturels eux-mêmes, sont de nouveaux exemples de cette intervention.

» Aux estuaires des grands fleuves et près des rivages de certaines mers, les organismes vivants incessamment reproduits, algues, mollusques, poissons, etc., ainsi que leurs résidus et déjections, attaqués par les microbes de la putréfaction, laissent de leurs principes constituants la partie minérale qui, dans des conditions favorables, forme en s'accumulant ces lits de phosphate calcaire mêlés d'argile et de sable que nous voyons se produire encore aujourd'hui à l'état de dépôts continus non loin des côtes de l'Atlantique, ainsi que nous l'ont révélé des sondages récents.

» C'est de la formation de ces roches phosphatées, d'origine animale ou

végétale, roches ou sables qui, sur certains points, comme dans la Somme, prennent une grande importance en extension et même en profondeur, que nous nous occuperons particulièrement dans ce travail.

» En 1882, des recherches entreprises avec mon frère sur la constitution géologique des versants sud et nord de la grande vallée de l'Aude, entre les Corbières et la montagne Noire, nous amenèrent à examiner la nature des coteaux calcaires, ou *causses*, situés à l'extrémité sud-ouest du département de l'Hérault.

» Ces plateaux arides, d'une altitude moyenne de 300^m, qui portent les villages de Félines, Sirac, Cesseras, Minerve, etc., sont formés par une large nappe de nummulitique, rompue en cette région par une longue faille, presque verticale, de plus de 100^m de profondeur, faille orientée nord 45° ouest, où coule le torrent de la Cesse. Sur ses rives escarpées, à 75^m environ au-dessus du lit actuel de la rivière, on voit ce terrain nummulitique rencontrer en stratification discordante la roche dévonienne sous-jacente, roche silico-calcaire, très dure, cristalline, dont les pointements bleus-verdâtres apparaissent dans la faille de la Cesse, sous les bancs du nummulite à *strombus, cardita,* alvéolines, etc.

» Entre les assises puissantes de cette dernière roche inclinée de 9° sur l'horizon et le dévonien sous-jacent, existe un terrain de quelques centimètres à quelques mètres d'épaisseur, qui est venu remplir et égaliser les ondulations de la roche dévonienne et combler les fissures ou failles secondaires des assises nummulitiques appuyées sur le dévonien. Ce terrain intermédiaire de remplissage est formé d'une argile bleuâtre ou rougeâtre, entremêlée de lamelles de gypse, de concrétions calcaires et de sables. La rivière de la Cesse devait, à des époques lointaines, couler à la hauteur de ces dépôts argileux. Au moment de ses débordements, elles les fouillait et y déposait même, dans les parties profondes, ses cailloux roulés dont nous avons distingué, dans nos sondages, les lits horizontaux. C'est par ces déblayements successifs que se sont formés, aux points d'intersection du nummulitique et du dévonien, les nombreuses grottes qui, à cette hauteur, règnent sur l'une et l'autre rive de la Cesse. Le plancher et les parois de ces cavernes sont nummulitiques; le sous-sol, abstraction faite des matériaux de remplissage, est dévonien.

» La principale de ces grottes, depuis longtemps célèbre, porte le nom de *grotte de Minerve* ou *de la Coquille*. Son entrée, dirigée vers l'est, donne accès dans une galerie de 8^m à 9^m de large et de 9^m à 10^m de hauteur, se divisant bientôt en deux embranchements qui se coupent suivant la forme

d'une croix de Saint-André. Ces couloirs s'enfoncent sous le sol avec la pente moyenne de 9° de la roche nummulitique, sur une longueur totale de 1100^{m}. C'est en suivant ces galeries, dans le but d'étudier la nature des parois et du sol, que je fus frappé de l'aspect d'une terre farineuse, blanc chamois, douce au toucher, que l'analyse me démontra être un phosphate bibasique de chaux microcristallin répondant à la formule $PO^4CaH, 2H^2O$. Ce minéral n'avait été trouvé jusque là que dans les guanos en roche des îles des mers des Caraïbes; on lui a donné le nom de *brushite*.

» Cette découverte bien inattendue nous amena à examiner plus attentivement, avec mon frère, le mode de remplissage de la grotte. Nous y fîmes forer de nombreux puits, et nous arrivâmes à constater qu'il existait dans ces galeries non seulement une curieuse et riche collection d'ossements d'animaux fossiles, de silex et de poteries préhistoriques ([1]) mais aussi des dépôts de phosphates, terreux ou concrétionnés, dont la masse, calculée seulement pour la profondeur de 7^{m} à 8^{m} à laquelle se sont arrêtés jusqu'ici nos puits, dépasse 50000 tonnes.

» Quelles sont la nature et l'origine de ces phosphates, dont on ne retrouve pas d'autres gisements à l'extérieur de la grotte? Telle a été pour moi l'origine d'un travail commencé depuis plus de dix années et que je vais essayer de résumer. Il éclairera, je pense, d'un jour nouveau non seulement la question, sur bien des points encore en suspens, du mécanisme de la formation des phosphates terreux, mais aussi celle des rapports de ces roches précieuses avec les guanos et les nitres naturels eux-mêmes qui, sur des centaines de lieues, forment le sol et le sous-sol des déserts arides du Chili, du Pérou, de l'Égypte et de l'Inde.

([1]) Sur le sol, et surtout dans les galeries rapprochées de l'entrée de la caverne, on a trouvé de nombreux silex taillés, des grains de colliers, des ornements de bronze, des tessons et poteries noirâtres faites à la main, à impressions digitales indiquant que l'usage du tour à potier n'était pas encore connu. A 12^{m} ou 15^{m} de l'entrée, un amas de résidus de cuisine devenu rocheux, formé surtout d'os cassés, de silex, de coquillages cimentés par une gangue calcaire. Un peu au-dessous de la surface et dans les profondeurs des galeries, on rencontre de nombreux ossements *intacts* d'animaux fossiles parmi lesquels on a distingué :

Ursus spelæus, très commun; *Hyena spelæa*, rare; *Felis spelæa*, très rare; *Rhinoceros tichorinus*, rare; *Sus scropha*, rare; *Equus*, rare; ossements de *petits rongeurs*, de *chauve-souris*, etc.

M. E. Rivière et mon frère, M. Gaston Gautier, se proposent de publier en commun une étude paléontologique de cette remarquable caverne et des autres grottes moins importantes de la même région.

» Avant d'aborder l'étude du mécanisme de ces formations, il importe d'étudier d'abord leur composition.

» *Terres phosphatées de la grotte. Ossements fossiles.* — Le sol de la grotte est formé d'une terre phosphatée azotée surtout par places, titrant suivant les points de 2 à 18 pour 100 d'acide phosphorique anhydre P^2O^5. C'est un mélange de calcaire, de sable, d'argile, de phosphate de chaux, et, comme on va le voir, de phosphate d'alumine. De ces terres, et jusqu'à une profondeur de 2m à 3m, on extrait de nombreux ossements fossiles, généralement intacts, mais très friables. Certaines galéries sont de vrais ossuaires. Ces os contiennent, après avoir été séchés à l'air, de 5 à 7 pour 100 d'une matière azotée soluble en jaune orangé dans les alcalis, se dissolvant dans l'eau et l'alcool après acidulation, mais qu'accompagne avec persistance le phosphate de chaux. Elle constitue une modification de l'osséine autrefois étudiée par M. Scheurer-Kestner.

» J'ai voulu connaître la composition complète de ces os antiques; voici, comme exemple, celle d'une vertèbre dorsale d'ours des cavernes, depuis longtemps séchée à l'air après son extraction :

Eau perdue à 170°	8,78
Matière organique azotée (avec un peu d'eau)	5,24
Silice et sable	2,163
Acide carbonique (CO^2)	2,264
Acide sulfurique (SO^3)	0,283
Acide phosphorique (P^2O^5) (1)	34,790
Chlore	0,065
Fluor	0,853 (2)
Alumine (avec un peu de fer)	0,610
Chaux	44,590
Magnésie	0,106
Oxyde de zinc	0,149
Plomb	traces
	99,893

» En tenant compte des matériaux tels que le sable, l'argile, le gypse,

(1) Trouvé dans ces ossements de 34,0 à 38,7 pour 100 d'acide P^2O^5.

(2) Nombre un peu faible, étant donnée la méthode. Voir, pour le dosage du fluor, *Recherches sur les os modernes*, etc., par A. Carnot (*Annales des Mines* pour 1893, t. I).

qu'on distingue au microscope dans la poudre de ces os, les nombres ci-dessus conduisent à la composition suivante :

Eau		8,785
Matière organique [osséine modifiée (¹)]		5,241
Silice et sable		2,163
Phosphate tricalcique		75,486
Fluorure de calcium	(unis aux phosphates)	1,714
Chlorure de calcium	(unis aux phosphates)	0,139
Phosphate trimagnésique		0,231
Phosphate d'alumine P^2O^5, Al^2O^3		0,141
Alumine en excès (avec un peu de fer)		0,547
Carbonate de chaux		5,145
Sulfate de chaux (²)		0,480
Oxyde de zinc		0,149
Oxyde de plomb		traces
Nitrates		traces
Total		100,221

» Il est remarquable de voir que dans ces ossements très anciens l'action des eaux du sous-sol a fait lentement diminuer le chlore normal uni à la chaux et l'a remplacé par du fluor qui, à l'état de fluorure calcique, s'est substitué aussi au carbonate calcaire en partie disparu. Il est intéressant encore de trouver une quantité notable de zinc et une trace de plomb. La présence du zinc dans ces os tient certainement à la nourriture des animaux dans ces pays où la calamine a été découverte depuis ces recherches. On sait, du reste, qu'en prenant toutes les précautions désirables, MM. F. Raoult et Breton ont trouvé de 3^{mgr} à 15^{mgr} de cuivre et 10^{mgr} à 76^{mgr} de zinc dans le foie normal des animaux, et que MM. Lechartier et Bellamy ont fait de semblables constatations. Ils ont retiré 32^{mgr} de ZnO de un kilogramme de chair de bœuf ordinaire et 20^{mgr} de dix-huit œufs de poule. Le zinc existe, en effet, dans beaucoup de végétaux, le blé, l'orge, les haricots, etc., et la *viola calaminaria* donne des cendres qui peuvent contenir jusqu'à 20 pour 100 d'oxyde de zinc.

» Ces ossements sont empâtés dans une terre de composition variable.

(¹) M. Scheurer-Kestner (*Bull. Soc. Chim.*, t. XIII, p. 208) a trouvé 8,39 de matière organique (*osséine modifiée*) dans les os de la tête de l'ours des cavernes, et 2,52 seulement dans le tibia du même animal.

(²) On peut l'extraire par lavages à l'eau.

La moyenne des échantillons, pris en divers points des galeries sur une épaisseur de 5^m à partir du sol, a donné, après dessiccation à l'air, les nombres suivants :

Eau perdue à 120°	5,81
Perte d'eau au rouge; matière organique azotée (¹).	4,33
Sable et argile ferrugineux insolubles dans les acides affaiblis et contenant un peu d'acide phosphorique.	45,25
Sulfate de chaux (²)	11,31
Carbonate de chaux	4,00
Phosphate tribasique de chaux (³)	17,45
Phosphate d'alumine P^2O^5, Al^2O^3	10,63
Fluorure de calcium	1,83
Magnésie	trace

» Ainsi le sol et le sous-sol sont formés d'une argile légèrement sablonneuse avec veinules de gypse et concrétions calcaires déposées par les eaux, mêlée à une proportion très notable de phosphate de chaux et de phosphate d'alumine. Ce dernier, d'une rareté extrême dans la nature, préexiste bien dans les terres de remplissage de la grotte. On peut, en effet, l'enlever en les traitant à froid par une lessive alcaline très faible, qui dissout ce phosphate, que l'on peut précipiter ensuite par l'acide acétique affaibli.

» Dans une prochaine Communication, nous montrerons quelle est l'origine de ces deux phosphates, et par quel mécanisme ils se sont concrétionnés pour former la roche phosphatée compacte que l'on trouve à quelques mètres au-dessous du sol. »

HYGIÈNE. — *Sur le système sanitaire adopté par la* Conférence de Dresde *pour établir des mesures communes, propres à sauvegarder la santé publique en temps d'épidémie cholérique, sans apporter d'entraves inutiles aux transactions commerciales et au mouvement des voyageurs.* Note de M. **Brouardel**.

« Il y a un an, j'avais l'honneur de communiquer à l'Académie les conclusions adoptées en janvier 1892 par la Conférence sanitaire internatio-

(¹) Azote pour 100 dans cette terre 0^{gr},3, répondant à 2 pour 100 environ de matières organiques ne contenant qu'une très faible proportion de nitrates.

(²) A l'état de gypse cristallisé dosé directement par dissolution dans l'eau.

(³) En certains points, ce phosphate est en lamelles cristallines constituant le phosphate bibasique de chaux ou brushite.

nale de Venise. Actuellement, toutes les puissances européennes ont adhéré à cette convention. Les délégués français avaient réussi à faire adopter à Suez la réforme que le Comité d'Hygiène poursuit depuis huit ans :

» Substitution à un système quarantenaire pratiqué depuis des siècles, vexatoire et incertain dans ses résultats, d'un système plus rapide et plus certain; la désinfection par les appareils à vapeur sous pression et par les agents antiseptiques des linges sales, des objets, des vêtements souillés et des navires ou des parties de navire infectés.

» Le succès obtenu à Venise encouragea l'Autriche-Hongrie à prendre l'initiative d'une nouvelle réunion analogue. Le but n'était plus cette fois de régler les mesures propres à empêcher le choléra d'entrer en Europe. La donnée était celle-ci :

» Le choléra a pénétré dans un des États de l'Europe, quelles sont les règles à observer, au point de vue du transit des voyageurs et des marchandises, pour protéger les autres États.

» Cette nouvelle Conférence s'est ouverte à Dresde, le 11 mars 1893. Dix-neuf puissances étaient représentées; le Gouvernement français avait choisi les mêmes délégués qu'à Venise : M. M. Barrère, ministre plénipotentiaire à Munich, M. le professeur Proust et moi.

» Dès les premières séances, il fut manifeste que deux préoccupations opposées se trouvaient en présence. L'épidémie de choléra de 1892 avait montré quelles entraves non justifiables les puissances quarantenaires, je dirai volontiers ultraquarantenaires, pouvaient imposer au commerce des autres nations.

» Les puissances qui avaient été les victimes de ces prohibitions, à leur tête l'Allemagne, l'Autriche et l'Angleterre, voulaient qu'une convention fixât les limites des mesures que les diverses puissances pouvaient appliquer aux transactions commerciales. Ces limites ne pouvaient être dépassées. Cette limitation était donc obligatoire. Mais elles ne voulaient pas que la convention rendît obligatoires les mesures sanitaires applicables sur les frontières pour empêcher le choléra de se propager d'un pays à l'autre par les voyageurs ou leurs bagages. Ces mesures suivant elles devaient rester purement facultatives.

» Les puissances quarantenaires, au contraire, plus préoccupées de ne pas laisser pénétrer le choléra sur leur territoire que de protéger le com-

merce, ne voyant dans la convention projetée aucune garantie contre cette invasion possible, semblaient résolues à rester fidèles à l'ancien système quarantenaire.

» Les délégués français développèrent une opinion différente qui peut se résumer ainsi : c'est à tort que l'on oppose les intérêts commerciaux aux intérêts sanitaires, les deux sont absolument solidaires. Si les hygiénistes font adopter des prohibitions trop restrictives, ils apportent un tel trouble dans les transactions commerciales qu'ils créent la misère. Or, au point de vue de l'hygiène, si on laisse se constituer des foyers de misère, on prépare des victimes pour l'épidémie; ces mesures excessives marchent en sens inverse du but à atteindre. Si, au contraire, pour ne pas nuire aux intérêts économiques on prend des mesures prophylactiques insuffisantes on ouvre les portes au choléra ainsi qu'à la misère sa compagne inséparable.

» Nous avons demandé par conséquent que la limite des entraves que l'on est en droit d'imposer au commerce soit obligatoire, mais qu'en même temps les mesures prophylactiques internationales le soient également.

» Cette doctrine se heurta aux instructions dont les délégués des diverses puissances étaient porteurs. Dans la séance du 20 mars, après une discussion qui fut soutenue au nom de l'Allemagne et de l'Angleterre par MM. R. Koch et Thorne-Thorne, et, d'autre part, par les délégués français, la conférence décida contre notre avis par 14 voix que la désinfection des objets souillés des voyageurs serait facultative. Seuls les délégués de France, de Grèce, de Russie et de Turquie votèrent pour la désinfection obligatoire.

» Les délégués français ne laissèrent pas ignorer que leur mission se trouvait terminée par ce vote. Ils ne pouvaient proposer à leur Gouvernement de signer une convention qui ne formulait aucune garantie pour la santé publique.

» A la suite de négociations continuées hors séance, nous présentâmes le 22 mars la proposition suivante, presque identique à celle qui avait été repoussée deux jours auparavant :

» La désinfection sera obligatoire pour le linge sale, les hardes et objets souillés provenant de la circonscription territoriale déclarée contaminée.

» Elle fut adoptée à l'unanimité, sauf par l'Angleterre qui fit quelques réserves.

» Je ne saurais rappeler, sans trop allonger cette Note, l'histoire complète des négociations qui suivirent. Nous eûmes encore quelques luttes à subir sur le terrain de la défense sanitaire; nous eûmes la satisfaction de faire accepter nos propositions par la grande majorité des puissances et de ne voir voter aucune décision à laquelle nous nous soyons opposés.

» La convention signée le 15 avril peut se résumer ainsi :

» Le gouvernement du pays contaminé notifiera dès son apparition aux autres gouvernements l'existence sur son territoire d'un foyer cholérique. Chaque gouvernement ne sera lui-même renseigné sur l'existence de ces épidémies que s'il a organisé chez lui la déclaration obligatoire par les médecins des cas de choléra.

» Les gouvernements ainsi prévenus devront publier immédiatement les mesures qu'ils prescriront au sujet des provenances de la circonscription contaminée; mais elles ne seront appliquées qu'à la circonscription territoriale infectée et non au pays tout entier dans lequel se trouve cette circonscription.

» Les seuls objets ou marchandises susceptibles qui peuvent être prohibées sont :

» 1° Les linges, hardes et vêtements portés, les literies ayant servi.

» 2° Les chiffons et les drilles. Exception est faite pour certaines catégories de chiffons qui ont subi des manipulations particulières.

» Pour les bagages : la désinfection sera obligatoire pour le linge sale, les hardes, vêtements et objets provenant d'une circonscription territoriale déclarée contaminée et que l'autorité sanitaire locale considérera comme dangereux.

» Il n'y aura pas de quarantaine terrestre. Seuls les malades cholériques et les personnes atteintes d'accidents cholériformes pourront être isolées et retenues aux frontières.

» Dans les ports, les navires infectés (navires ayant le choléra à bord ou ayant eu des cas de choléra depuis sept jours) seront soumis au régime suivant :

» Les malades seront débarqués et isolés. Les autres personnes seront débarquées si possible et soumises à une observation qui ne pourra dépasser cinq jours et qui pourra être diminuée suivant la durée de la traversée et les conditions sanitaires générales du navire. Le linge sale et le navire ou la partie du navire contaminée seront désinfectés.

» Les zones frontières, certaines catégories de personnes (bohémiens,

pèlerins, émigrants, etc.), les vaisseaux faisant le cabotage sont soumis à un régime spécial.

» A cette convention en est jointe une seconde basée sur les mêmes principes et réglant les mesures à prendre à l'égard des navires provenant d'un point contaminé et remontant le Danube.

» Tel est le résumé des principaux articles de la convention conclue à Dresde le 15 avril 1893.

» Elle a été signée immédiatement par les plénipotentiaires de l'Allemagne, l'Autriche-Hongrie, la Belgique, la France, l'Italie, le Luxembourg, le Monténégro, les Pays-Bas, la Russie, la Suisse.

» Les plénipotentiaires de l'Angleterre n'avaient pas encore reçu leurs pleins pouvoirs, mais ils ont adhéré à la convention.

» Les délégués de la Suède, du Danemark ont accepté *ad referendum* : ils recommanderont l'acceptation de la convention à leurs gouvernements.

» L'Espagne a déclaré qu'elle appliquerait les mesures prises sur terre, mais qu'elle n'était pas encore en état d'appliquer les mesures à prendre dans les ports.

» La Roumanie et la Serbie ont voté toutes les propositions acceptées par la Conférence; mais leur situation géographique les place sous la dépendance sanitaire de la Turquie, et elles ne pourront se joindre aux autres Puissances que lorsque la Turquie aura elle-même adhéré.

» Le Portugal, la Grèce et la Turquie sont seuls restés fidèles à l'ancien système quarantenaire.

» Bien que toutes les Puissances n'aient pas accepté la convention, il y a lieu de penser que l'unanimité qui réunit les grandes Puissances européennes entraînera l'adhésion des autres gouvernements. Ceux-ci auront une occasion toute naturelle d'entrer dans la convention, car, dans un an, une nouvelle Conférence se réunira à Paris pour prendre contre l'introduction du choléra en Europe par le golfe Persique et la Perse, des mesures analogues à celles qui ont été codifiées pour l'isthme de Suez. »

ASTRONOMIE. — *Observations des comètes Brooks* (1892, *VI*), *Holmes* (1892, *III*), *et Brooks* (1893, *I*), *faites au grand équatorial de Bordeaux par MM.* G. Rayet, L. Picart *et* F. Courty. Note de **G. Rayet**.

Comète Brooks (1892, VI).

Dates 1892.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
Sept. 1.....	h m s 12.46. 2,8	h m s 6. 8.32,34	$-\bar{1}$,691	58°.22′.58″,4	—0,766	1	G. Rayet
4.....	14.28.30,1	6.16.11,32	$-\bar{1}$,672	58.41. 1,0	—0,639	2	G. Rayet
Oct. 18.....	17.30.32,8	8.25.58,74	$-\bar{1}$,084	70.18.36,2	—0,584	3	F. Courty
19.....	13. 6.16,5	8.28.49,98	$-\bar{1}$,647	70.39. 6,1	—0,744	4	G. Rayet
20.....	13. 4.40,3	8.34.15,69	$-\bar{1}$,645	71.14.15,0	—0,752	5	G. Rayet
Nov. 3.....	13. 3.39,9	9.24.59,74	$+\bar{1}$,627	80.14.36,3	—0,779	6	L. Picart
7.....	13.46.53,9	9.34.11,43	$-\bar{1}$,604	83. 6.49,4	—0,776	7	L. Picart
21.....	16. 1.44,9	10.44.36,76	$-\bar{1}$,426	96.45.27,0	—0,833	8	L. Picart

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1892,0.

Étoile.	Catalogues et autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
1..	½[Weisse₂. H. VI, 178. — A.G.Z. Leide, 156]	h m s 6. 9.34,27	s +1,21	58°.24′.53″,5	—4″,42
2..	½[Weisse₂. H. VI, 306. — A.G.Z. Leide, 158 et 276]	6.13.59,85	+1,30	58.37.28,0	—4,35
3..	Rumker, 2548	8.25.28,63	+1,88	70.10.45,4	+0,25
4..	Weisse₂. H. VIII, 684	8.30.37,18	+1,81	70.44.32,8	+0,42
5..	Weisse₂. H. VIII, 788 et 789	8.35.35,60	+1,86	71.16.22,3	+0,65
6..	Weisse₁. H. IX, 557	9.27.29,93	+1,86	80.21.10,4	+2,42
7..	Paris, 11965	9.37.48,39	+1,88	83.17.52,0	+2,62
8..	*Annales de Munich,* t. I, 5790	10.42.31,25	+1,78	96.50.50,8	+4,86

» En septembre la comète était faible, diffuse, et sans condensation bien sensible.

» En octobre et novembre la comète était assez brillante, ronde, avec un faible noyau bien net.

COMÈTE HOLMES (1892, III).

ates 893.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
.v. 27.....	8.24. 7,4	1.35.45,38	$\bar{1}$,589	56.17.27,5	−0,479	1	L. Picart
30.....	9.24.21,4	1.41. 9,85	$\bar{1}$,667	56.14.21,2	−0,577	2	G. Rayet
vr. 1.....	9. 6.20,7	1.44. 5,41	$\bar{1}$,656	56.12. 8,7	−0,648	3	G. Rayet
2.....	8.32.43,0	1.45.33,00	$\bar{1}$,620	56.10.49,4	−0,502	4	G. Rayet
4.....	8.43.11,0	1.48.35,24	$\bar{1}$,644	56. 8. 1,6	−0,539	5	G. Rayet
14.....	8.35.27,0	2. 4. 9,88	$\bar{1}$,655	55.50.13,9	−0,550	6	L. Picart
18.....	8.59.13,3	2.10.41,39	$\bar{1}$,684	55.41.35,1	−0,599	7	G. Rayet

iles.	Catalogues et autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
..	½[Weisse₁. H. I, 726. — A.G.Z. Leide, 397 et 398]	1.34.16,57	−0,93	56.12. 4,5	−8,12
..	½[Weisse₂. H. I, 726. — A.G.Z. Leide, 393 et 397]	1.42.39,21	−0,91	56.23.25,2	−8,18
..	½[Weisse₁. H. I, 892-893. — A.G.Z. Leide, 393 et 397]	1.41. 7,57	−0,96	56.13.12,6	−7,99
..	½[Weisse₂. H. I, 934. — A.G.Z. Leide, 393 et 397]	1.42.39,21	−0,96	56.23.25,2	−7,93
..	Weisse₂. H. I, 1047	1.47.28,08	−0,95	56. 1.46,1	−8,09
..	Weisse₂. H. I, 1434	2. 1.57,65	−1,03	55.51. 5,6	−7,88
..	Weisse₂. H. II, 119	2. 8. 0,89	−0,87	55.35.21,8	−8,27

» Ces observations font suite à celles publiées dans les *Comptes rendus* du 6 novembre 1892.

» La comète, très diffuse et très faible pendant les premiers jours de janvier, a pris entre le 14 et le 16 l'apparence d'une étoile nébuleuse avec noyau de 8e à 9e grandeur. A Bordeaux la persistance du mauvais temps a empêché toute observation avant le 27 janvier.

» 1893 *janvier* 27. — La comète est diffuse. Son noyau, assez net, allongé, est brillant et présente la même apparence que pendant les observations des premiers jours de novembre 1892.

» 1893 *janvier* 30. — Ciel très éclairé par la Lune; la comète paraît faible; condensation centrale toujours visible.

» 1893 *février* 1. — Avec le brouillard et la Lune les observations sont pénibles. L'aspect n'a pas changé.

» 1893 *février* 2. — La comète est faible et très diffuse.

» 1893 *février* 4. — La comète est une nébulosité diffuse d'environ 4′ d'arc de diamètre, avec une condensation lumineuse légèrement excentrique et de forme allongée.

» 1893 *février* 18. — La comète est une nébulosité elliptique, diffuse, de 3′ à 4′ d'arc de diamètre. La nébulosité n'offre plus de point remarquable propre à servir de repère. Observations pénibles.

» Pendant cette seconde série d'observations la comète paraît donc avoir passé par des phases analogues à celles qu'elle avait montrées en novembre et décembre. La matière de son noyau, d'abord très condensée, s'est peu à peu répandue dans toute la masse de l'astre dont le diamètre apparent s'est ainsi progressivement accru, en même temps qu'il devenait de plus en plus diffus.

Comète Brooks (1893, I).

Dates 1892-93.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
Déc. 16.....	h m s 16.33. 1,1	h m s 13.55.45,02	$-\bar{1},614$	56°.13′.15″,2	−0,496	1	L. Picart
17.....	16.35.59,7	14. 0.12,87	$-\bar{1},620$	54.46.27,4	−0,460	2	L. Picart
28.....	6. 3.51,9	15.26.48,99	$\bar{1},843$	35.21.40,5	−0,870	3	L. Picart
30.....	5.54.59,2	15.59.28,39	$\bar{1},802$	31.25. 2,8	−0,818	4	L. Picart
31.....	6. 0.47,9	16.19.24,57	$\bar{1},839$	29.34.32,6	−0,804	5	L. Picart
Janv. 2.....	6.11.43,9	17. 7.21,39	1,926	26.26.44,9	−0,731	6	G. Rayet
3.....	5.52.40,2	17.27.24,44	$\bar{1},972$	25.18.18,9	−0,648	7	L. Picart
4.....	6.18.29,7	18. 5.17,41	$\bar{1},988$	24.28.27,2	−0,634	8	G. Rayet
11.....	8.27.49,4	21.20.13,44	$\bar{1},939$	28.40.21,4	−0,582	9	G. Rayet
12.....	8.52.51,6	21.38.44,85	$\bar{1},917$	30.10.42,5	−0,623	10	G. Rayet
25.....	9.58.13,3	23.31. 2,63	$\bar{1},738$	48.29.33,9	−0,747	11	G. Rayet
Févr. 4.....	9.33.42,4	0. 1.26,31	$\bar{1},693$	57.57.53,6	−0,762	12	G. Rayet
12.....	9. 7.10,6	0.16.34,97	$\bar{1},679$	61.30.11,5	−0,762	13	G. Rayet
14.....	9.14.51,1	0.19.42,59	$\bar{1},672$	62.23.13,3	−0,777	14	L. Picart
18.....	8. 4.16,9	0.25.21,08	$\bar{1},669$	64. 0.18,2	−0,727	15	G. Rayet
Mars 7.....	7.35.19,4	0.44.25,53	$\bar{1},656$	68.47.34,7	−0,760	16	L. Picart
8.....	7.39.38,0	0.45.22,97	$\bar{1},655$	69. 0. 8,5	−0,766	17	G. Rayet
9.....	7.28.27,7	0.46.18,97	$\bar{1},655$	69.12. 2,8	−0,766	18	L. Picart
11.....	7.47. 3,6	0.48.10,18	$\bar{1},652$	69.35.21,6	−0,780	19	G. Rayet

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1892,0 *et* 1893,0.

[Ét]oile.	Catalogues et autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
..	Bonn, t. VI + 33°, n° 2407	13.59.26,73	+1,35	56.12.49,2	+25,71
..	Weisse$_2$. H. XIII, 1332-1333	14. 2. 3,16	+1,35	54.42.22,1	+26,29
..	½[Argelander, 15265. — A.G.Z. Cambridge (U.S.), 1745]	15.21.38,89	+0,11	35.24.20,7	+28,44
..	½[Bonn, t. VI. + 58°, 1611. — A.G.Z. Cambridge (U.S.), 8637]	16. 3.14,11	−0,74	31.32.37,4	+25,55
..	½[Argelander, 16133. — A.G.Z. Helsingfors-Gotha, 8763]	16.17.28,46	−1,13	29.26.16,5	+24,18
..	½[Argelander, 16944. — A.G.Z. Helsingfors-Gotha, 9173]	17.10.20,92	−2,26	26.24.18,3	−14,40
..	A.G.Z. Helsingfors-Gotha, 9341	17.31. 9,17	−2,90	25.24.55,3	+13,65
..	½[Argelander, 18032-33. — A.G.Z. Christiana, 2808]	18.10.15,65	−3,27	24.38.49,0	+11,61
..	½[Argelander, 22104. — A.G.Z. Helsingfors-Gotha, 12097]	21.17.32,27	−3,32	28.40.51,1	− 0,42
..	½[Argelander, 22691. — A.G.Z. Helsingfors-Gotha, 12423]	21.37.12,92	−3,16	30. 4.27,4	− 1,62
..	Bonn, t. VI + 41°, 4834	23.34. 7,03	−1,84	48.36.38,2	− 3,81
..	½[Weisse$_2$. H. XXIII, 1383. — A.G.Z. Leide; zones 389-396]	0. 3.17,97	−1,55	57.57.39,6	− 1,58
..	Weisse$_2$. H. O., 396	0.16.34,97	−1,48	61.30.11,5	− 0,37
..	Armagh$_2$, 61	0.22.11,26	−1,45	62.24. 5,4	− 0,12
..	Weisse$_2$. H. O., 552	0.23.47,97	−1,44	64. 5.46,9	+ 0,64
..	½[Weisse$_2$. H. O., 1115. — Zones de Berlin]	0.45.12,53	−1,36	68.51.40,1	+ 2,46
.	½[*Annalen de Munich*$_1$, 441. — Zones de Berlin]	0.43.22,29	−1,37	69. 1.12,4	+ 2,68
..	D.M. + 20°, 120. — Zones de Berlin	0.47.47,52	−1,35	69. 9.24,1	+ 2,55
.	½[Weise$_2$. H. O., 1211. — Zones de Berlin]	0.49.19,95	−1,35	69.29.46,6	+ 2,70

» Les transformations de la comète ont suivi une marche régulière et normale.

» Au milieu de décembre la comète était ronde avec un noyau assez net. Son diamètre apparent a ensuite régulièrement augmenté jusqu'à son

passage au périhélie; elle était alors assez brillante avec un noyau de 13e grandeur. Le noyau était encore visible à la fin de janvier.

» Pendant les mois de février et de mars la comète est restée ronde, bien condensée, et son diamètre apparent a diminué jusqu'à n'être plus que de 15″ d'arc environ le 8 mars. »

MÉCANIQUE. — *Sur un cas général où le problème de la rotation d'un corps solide admet des intégrales uniformes;* par M. **Hugo Gyldén**. (Extrait d'une lettre adressée à M. Ch. Hermite.)

« Dans une Note très remarquable insérée dans les *Comptes rendus* de la séance du 20 juillet 1885, M. Tisserand montre que la partie principale de la précession des équinoxes s'obtient en intégrant les équations simultanées

$$(1)\qquad \begin{cases} A\dfrac{dp}{dt} + (C-B)qr = \dfrac{\sin\varphi}{\sin\theta}\left(\dfrac{\partial U}{\partial\psi} + \cos\theta\dfrac{\partial U}{\partial\varphi}\right) - \cos\varphi\dfrac{\partial U}{\partial\theta}, \\ B\dfrac{dq}{dt} + (C-A)pr = \dfrac{\cos\varphi}{\sin\theta}\left(\dfrac{\partial U}{\partial\psi} + \cos\theta\dfrac{\partial U}{\partial\varphi}\right) + \sin\varphi\dfrac{\partial U}{\partial\theta}, \\ C\dfrac{dr}{dt} + (B-A)pq = \dfrac{\partial U}{\partial\varphi}; \end{cases}$$

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{d\theta}{dt} = q\sin\varphi - p\cos\varphi, \\ \sin\theta\dfrac{d\psi}{dt} = q\cos\varphi + p\sin\varphi, \\ \dfrac{d\varphi}{dt} = r + \cos\theta\dfrac{d\psi}{dt}, \end{cases}$$

après y avoir admis

$$A = B; \qquad U = -f(C-A)\sin\theta^2,$$

f étant un coefficient constant.

» Le résultat important de M. Tisserand m'a suggéré la pensée d'examiner si les équations signalées admettaient des solutions uniformes, la fonction U étant déterminée par une hypothèse plus générale que celle de M. Tisserand; et ensuite de chercher le problème mécanique donnant lieu à une telle expression généralisée de la fonction des forces. Mais, bien que l'idée des questions proposées fût parfaitement dressée, il y a déjà quelques années, je n'ai pas pu trouver, jusqu'à présent, l'occasion d'élaborer les matières dont il s'agit.

» Après avoir remarqué que les équations (1) et (2) admettent l'intégrale des forces vives, savoir

$$A p^2 + B q^2 + C r^2 = h + 2U, \tag{3}$$

U étant une fonction de θ, ψ et φ seuls, et h l'arbitraire introduite par l'intégration, nous passons à la première question.

» Or, en admettant

$$A = B; \qquad U = f(\theta),$$

$f(\theta)$ étant une fonction de θ seul, ne renfermant ni ψ ni φ, on obtient des équations (1) et (2) deux nouvelles intégrales, savoir

$$\frac{d\psi}{dt} = \frac{n_1 \cos\theta - \lambda_1}{\sin\theta}, \tag{4}$$

$$r = n,$$

où l'on a désigné par n et λ_1 les deux arbitraires, et par n_1 le produit $n \frac{C}{A}$ (voir la Note de M. Tisserand).

Maintenant, si nous supposons, pour limiter un peu l'étendue de notre question, que U soit une fonction de $\cos\theta$ seul, en sorte qu'il viendra un résultat de la forme

$$p^2 + q^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \cos\theta + \alpha_2 \cos\theta^2 + \ldots,$$

et que nous introduisions les expressions signalées de $\frac{d\psi}{dt}$ et de $p^2 + q^2$ dans l'équation

$$\sin\theta^2 \left(\frac{d\psi}{dt}\right)^2 + \left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = p^2 + q^2,$$

nous aurons

$$\sin\theta^2 \left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = -(n_1 \cos\theta - \lambda_1)^2 + (1 - \cos\theta^2)(\alpha_0 + \alpha_1 \cos\theta + \ldots),$$

ou bien, si nous écrivons z au lieu de $\cos\theta$,

$$\left(\frac{dz}{dt}\right)^2 = -(n_1 z - \lambda_1)^2 + (1 - z^2)(\alpha_0 + \alpha_1 z + \ldots). \tag{5}$$

» Il s'ensuit que, si le nombre des constantes α_n est fini, z sera une fonction elliptique ou ultra-elliptique du temps. Mais cherchons à exprimer la fonction z par une série périodique, même si les α_n constituent une série infinie que je suppose convergente comme une progression géométrique.

Il y a, c'est vrai, diverses manières d'opérer, moyennant des approximations successives, l'inversion de l'équation (5) : parmi elles, la méthode suivante mérite, il me semble, quelque attention.

» Supposons que l'équation

$$0 = -(n_1 z - \lambda_1)^2 + (1 - z^2)(\alpha_0 + \alpha_1 z + \ldots)$$

admette les deux racines consécutives et réelles z_0 et z_1, en sorte que nous pouvons écrire

$$\left(\frac{dz}{dt}\right)^2 = (z - z_0)(z_1 - z)(\beta_0 + \beta_1 z + \beta_2 z^2 + \ldots),$$

où le facteur $\beta_0 + \beta_1 z + \ldots$ reste toujours positif tant que la valeur de z n'excède pas les limites z_0 et z_1. Les conditions qu'a établies M. Weierstrass dans une Note insérée en 1866 dans *Sitzungsberichte* de l'Académie de Berlin étant ainsi remplies, il est certain que l'inversion demandée est possible.

» Posons, dans l'équation précédente,

$$z_1 - z_0 = c, \qquad z = z_0 + c\zeta.$$

Nous obtenons ainsi un résultat de la forme

$$(6) \qquad \left(\frac{d\zeta}{dt}\right)^2 = \zeta(1 - \zeta)(\gamma_0 + \gamma_1\zeta + \gamma_2\zeta^2 + \gamma_3\zeta^3 + \ldots),$$

ou bien, après avoir introduit une nouvelle variable indépendante u, moyennant la relation

$$dt = \mu\, du,$$

μ étant une constante à notre disposition, l'équation

$$\left(\frac{d\zeta}{dt}\right)^2 = \mu^2\gamma_0\zeta - \mu^2(\gamma_0 - \gamma_1)\zeta^2 - \mu^2(\gamma_1 - \gamma_2)\zeta^3 - \mu^2\gamma_2\zeta^4 + \mu^2\zeta(1 - \zeta)(\gamma_3\zeta^3 + \gamma_4\zeta^4 + \ldots).$$

» En abordant l'intégration de cette équation, moyennant des approximations successives, nous supposons les γ, à partir de γ_3, égaux à zéro; nous déterminons ensuite convenablement le coefficient μ et nous désignons par $-u_0$ une constante arbitraire : l'intégrale de l'équation (6) s'exprimera alors aisément au moyen de fonctions elliptiques dépendant de l'argument $u - u_0$ et d'un module que nous désignerons par k. Ce module pourra, d'ailleurs, être considéré comme une constante arbitraire

remplaçant la constante qui est renfermée dans le coefficient α_0. Mais l'expression de ζ qu'on obtient ainsi, et que nous désignerons par ζ_0, est aussi l'intégrale de l'équation

$$(7)\qquad \frac{d^2\zeta_0}{du^2} = \tfrac{1}{2}\mu^2\gamma_0 - \mu^2(\gamma_0 - \gamma_1)\zeta_0 - \tfrac{3}{2}\mu^2(\gamma_1 - \gamma_2)\zeta_0^2 - 2\mu^2\gamma_2\zeta_0^3.$$

» Or, en désignant la différence $\zeta - \zeta_0$ par z, et en retranchant l'équation (7) de la dérivée de l'équation (6), il restera

$$(8)\qquad \left\{\begin{aligned} \frac{d^2 z}{du^2} &= \mu^2[-(\gamma_0 - \gamma_1) - 3(\gamma_1 - \gamma_2)\zeta_0 - 6\gamma_2\zeta_0^2]z \\ &\quad - [\tfrac{3}{2}\mu^2(\gamma_1 - \gamma_2) + 6\mu^2\gamma_2\zeta_0]z^2 - 2\mu^2\gamma^2 z^3 \\ &\quad + \tfrac{1}{2}\mu^2\frac{d[\zeta(1-\zeta)(\gamma_3\zeta^3 + \gamma_4\zeta^4 + \ldots)]}{du}, \end{aligned}\right.$$

équation d'où l'on déduit, au moyen d'approximations, la correction z qu'il faut ajouter à ζ_0 pour avoir la fonction complète ζ.

» Quant à l'intégration de l'équation (8), il suffit de remarquer que $\frac{\partial\zeta_0}{\partial u_0}$ est une intégrale particulière de l'équation

$$\frac{d^2 z}{du^2} = \mu^2[-(\gamma_0 - \gamma_1) - 3(\gamma_1 - \gamma_2)\zeta_0 - 6\gamma_2\zeta_0^2]$$

(voir mon Mémoire *Nouvelles recherches, etc.*, § 2, art. 2).

» Par cette remarque, on sera amené à établir la première approximation en négligeant les deux termes dépendant de z^2 et z^3, quantités que nous supposons très petites, et en mettant ζ_0 au lieu de ζ dans le dernier terme du second membre. Avec la valeur de z obtenue de la sorte, et qui ne contiendrait, si l'on avait déterminé les arbitraires surabondantes convenablement, que des termes périodiques, on pourra continuer les approximations. On parviendra ainsi à l'expression de z si approchée qu'on voudra.

» Ayant obtenu la valeur de z et en conséquence celles de ζ et de $\cos\theta$, on déduira facilement les expressions de $\frac{d\psi}{dt}$ et de $\frac{d\varphi}{dt}$; et il convient de remarquer que toutes ces expressions sont des fonctions périodiques ayant la période $4k$. Finalement, les expressions de ψ et de φ s'obtiennent moyennant des quadratures.

» Je me permettrai de revenir, prochainement, à la seconde question. »

PHYSIQUE. — *Sur le déplacement de la température du maximum de densité de l'eau par la pression, et le retour aux lois ordinaires sous l'influence de la pression et de la température;* par M. **E.-H. Amagat**.

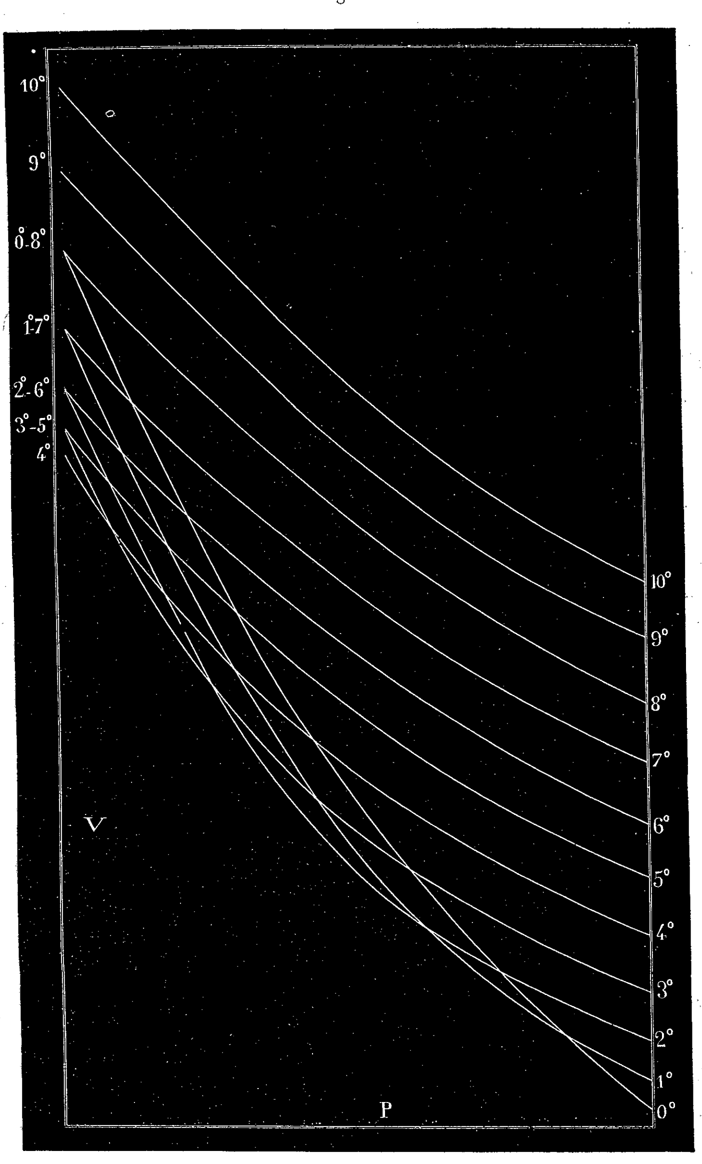
« En 1887, quand j'ai publié les résultats de mes premières recherches sur le déplacement de la température du maximum de densité par la pression, j'ignorais que plusieurs physiciens s'étaient déjà occupés de cette question : le fait avait été prévu et vérifié pour de faibles pressions par MM. Van der Waals et Puschl; M. Tait, exécutant sous pression une expérience analogue à celle de Hope, avait montré que la température, au fond d'un vase rempli d'eau surmontée d'une couche de glace, est inférieure à 4°; enfin MM. Marshall, Smith et Omond avaient trouvé que, sous pression, la température pour laquelle l'eau ne subit plus de variation thermique sous l'influence d'un faible accroissement de pression est inférieure à 4°.

» Ces expériences mettent seulement le fait en évidence; pour suivre l'ensemble du phénomène, il fallait, ainsi que je l'ai fait depuis, construire un réseau assez serré d'isothermes entre 0° et 10°; dans cet intervalle, j'ai déterminé expérimentalement les isothermes de degré en degré jusqu'à 1000^{atm}. Le réseau de ces isothermes n'a pu être tracé, tellement elles sont rapprochées dans certaines parties à cause de la petitesse des angles sous lesquels elles se coupent; cependant, comme il est intéressant de se rendre compte de l'entrecroisement de ces courbes qui montre de suite l'ensemble du phénomène, voici un diagramme (*fig.* 1) qui est, pour ainsi dire, l'exagération du fait, grâce à quoi il a pu être dessiné. Les pressions sont portées sur l'axe des abscisses, et les volumes sur celui des ordonnées. Sur chaque isotherme, on a inscrit la température à laquelle elle est censée correspondre; il n'a été tenu compte, bien entendu, que de l'ordre des points d'intersection et nullement de la distance relative ou des rapports de longueur des segments formés.

» On voit que les isothermes forment, en s'entrecoupant, un étranglement du réseau, à la suite duquel celui-ci va en s'évasant; c'est le contraire de ce qui a lieu pour les autres liquides dont les réseaux vont en convergeant sous des pressions de plus en plus fortes. Cet épanouissement inverse du réseau, pour l'eau, a encore lieu pour un certain nombre d'isothermes supérieures à 8° dont les premières tout au moins iraient se couper sous des pressions inférieures à 1^{atm}; il disparaît au fur et à mesure que la tem-

pérature s'élève; de même, pour une température donnée, il disparaît sous des pressions de plus en plus fortes, mais très lentement.

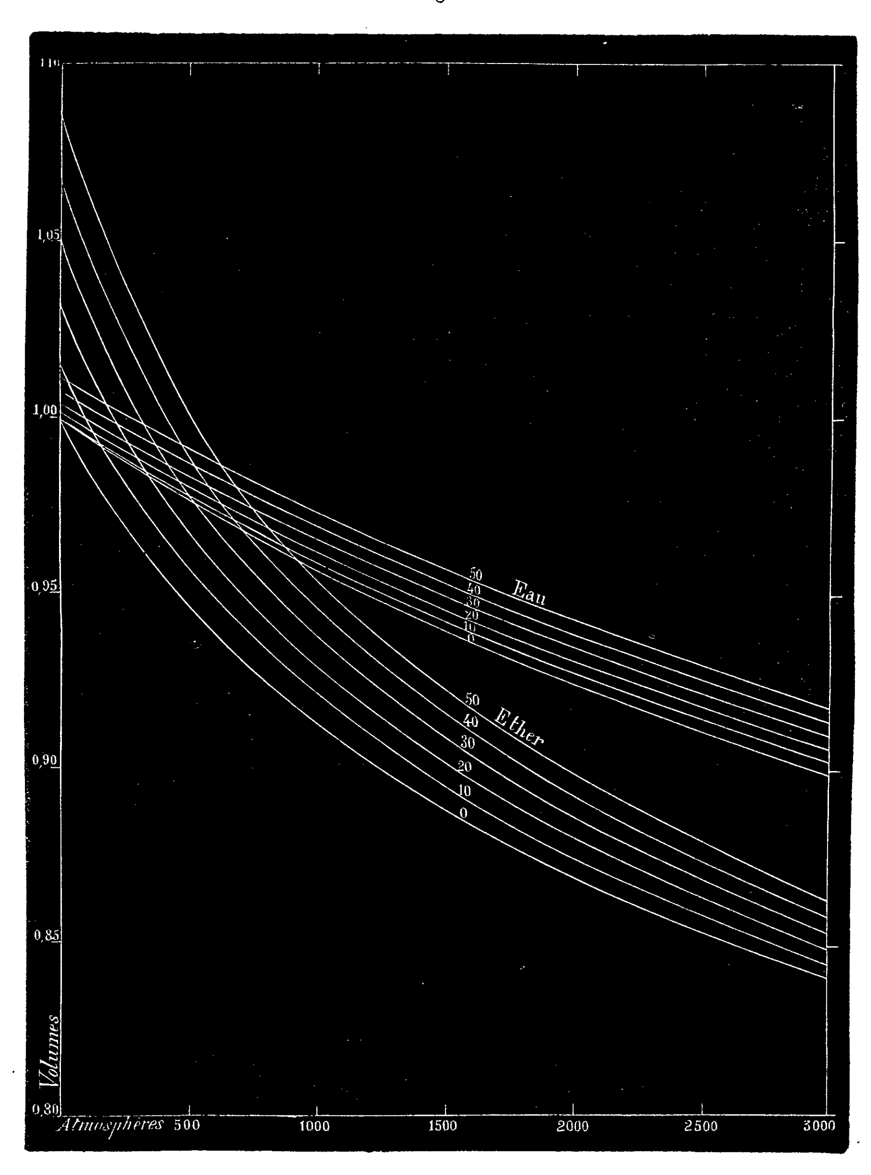
Fig. 1.



» Le diagramme ci-contre (*fig.* 2) qui figure les isothermes pour l'eau et l'éther de 10° en 10°, entre 0° et 50° et jusqu'à 3000^{atm}, montre de suite

comment, pour l'eau, l'épanouissement du réseau est renversé et disparaît graduellement sous l'influence de la température et de la pression.

Fig. 2.



» On voit de suite comment résulte de là le renversement de la plupart des lois que j'ai examinées dans mes précédentes Notes; notamment : la

diminution du coefficient de compressibilité quand la température croît, l'accroissement du coefficient de dilatation avec la pression, la variation rapide du coefficient de pression avec la température, etc.

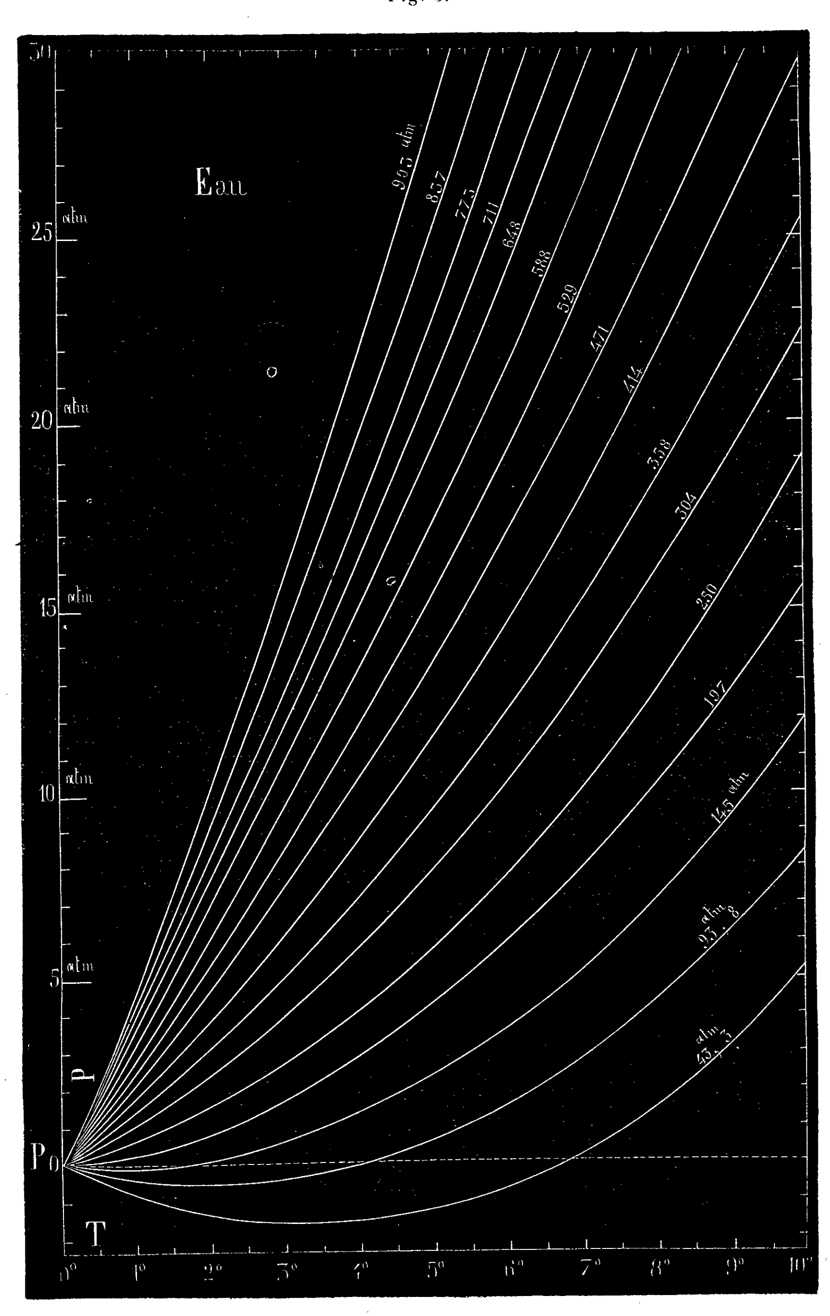
» Le diagramme montre qu'avant 3000^{atm} l'épanouissement du réseau de l'eau a disparu; on peut prévoir que, sous des pressions plus fortes, ce réseau irait en se resserrant, ainsi que cela a lieu depuis la pression normale pour tous les autres liquides étudiés; on voit aussi que le retour aux conditions normales se fait sous de faibles pressions par le fait d'une élévation suffisante de température, de telle sorte que l'eau rentre dans le cas des autres liquides sous des pressions d'autant moindres que la température est plus élevée, et à des températures d'autant moins élevées que la pression est plus forte. On peut dire que, dans les limites de 0° à 100°, vers 3000^{atm}, les anomalies dues à l'existence du maximum de densité ont disparu; que, pour les lois qui avaient été renversées, ou l'ordre normal est rétabli, ou le renversement n'existe plus et le rétablissement de cet ordre normal peut être prévu avec certitude.

» On remarquera encore que les liquides ne sauraient acquérir un maximum de densité sous l'influence de la pression, ainsi que l'avait pensé M. Grimaldi pour l'éther, c'est tout le contraire qui a lieu; il est facile de voir que, si les isothermes vont en convergeant quand la pression augmente, et c'est le cas de tous les liquides étudiés sauf l'eau, le maximum de densité, s'il en existe un à cette température, ne peut être que dépassé, c'est-à-dire ne saurait exister que sous de plus faibles pressions.

» Je reviens maintenant aux résultats fournis par les isothermes entre 0° et 10° et à leur représentation graphique.

» J'ai d'abord, en tenant compte de la variation de volume du piézomètre, dressé un premier Tableau des pressions à volume constant; ces résultats ont été ensuite représentés par un diagramme (*fig.* 3) dont chaque courbe a été obtenue en portant les températures en abscisses, et sur les ordonnées les pressions nécessaires pour maintenir constant à ces températures le volume relatif à cette courbe. L'ordonnée à zéro étant d'autant plus grande pour les courbes successives que celles-ci correspondent à des volumes constants plus petits, on a transporté ces courbes de manière à ce qu'elles partent toutes de l'origine, afin d'éviter la hauteur exagérée qu'aurait eue le diagramme, et l'on a inscrit sur chacune d'elles l'ordonnée initiale à zéro, qu'il faut ajouter à chaque ordonnée pour avoir la pression correspondante.

Fig. 3.


Eau
30
25 atm
20 atm
15 atm
10 atm
5 atm
P
Po
T
993 atm
837
775
711
648
588
529
471
414
358
304
250
197
145 atm
93,8 atm
43,3 atm
0°
1°
2°
3°
4°
5°
6°
7°
8°
9°
10°

» Le tracé régularisé des courbes s'est fait sans difficulté; on en a déduit les résultats consignés au Tableau suivant, qui ne présentent, avec les résultats primitifs, aucune différence notable.

EAU.

Pressions à volume constant et coefficients de pression $\left(\frac{\Delta p}{\Delta t} = \mathrm{B}\right)$.

0°.	B.	1°.	B.	2°.	B.	3°.	B.	4°.	B.	5°.	B.	6°.	B.	7°.	B.	8°.	B.	9°.	B.	10°.
atm		atm		atm		atm		atm		atm		atm		atm		atm		atm		atm
43,35	$\overline{0,8}$	42,55	$\overline{0,65}$	41,90	$\overline{0,28}$	41,62	0,06	41,68	0,32	42,00	0,60	42,60	0.90	43,50	1,25	44,75	1,75	46,50	2,15	48,65
93,80	$\overline{0,35}$	93,45	$\overline{0,15}$	93,30	0,10	93,40	0,39	93,79	0,71	94,50	0,95	95,45	1,25	96,70	1,50	98,20	1,90	100,1	2,10	102,2
145,1	$\overline{0,15}$	144,95	0,3	145,25	0,47	145,72	0,68	146,4	1,0	147,4	1,3	148,7	1,6	150,3	1,9	152,2	2,3	154,5	2,5	157,0
197,0	0,3	197,3	0,6	197,9	0,9	198,8	1,2	200,0	1,5	201,5	1,6	203,1	1,9	205,0	2,3	207,3	2,5	209,8	2,7	212,5
250,1	0,7	250,8	0,9	251,7	1,1	252,8	1,4	254,2	1,8	256,0	2,0	258,0	2,3	260,3	2,7	263,0	2,9	265,9	3,1	269,0
303,6	1,2	304,8	0,13	306,1	1,6	307,7	1,8	309,5	2,1	311,6	2,4	314,0	2,7	316,7	2,9	319,6	3,1	322,7	3,3	326,0
358,4	1,5	359,9	1,5	361,4	2,0	363,4	2,2	365,6	2,4	368,0	2,7	370,7	3,0	373,7	3,1	376,8	3,6	380,4	3,5	383,9
414,0	1,9	415,9	2,1	418,0	2,2	420,2	2,6	422,8	2,7	425,5	3,2	428,7	3,3	432,0	3,7	435,7	3,9	439,6	4,2	443,8
470,8	2,4	473,2	2,5	475,7	2,8	478,5	2,9	481,4	3,1	484,5	3,4	487,9	3,6	491,5	3,9	495,4	4,3	499,7	4,6	504,3
528,9	2,7	531,6	2,8	534,4	3,1	537,5	3,4	540,9	3,6	544,5	3,9	548,4	4.1	552,5	4,4	556,9	4,6	561,5	4,8	566,3
588,5	3,0	591,5	3,2	594,7	3,5	598,2	3,6	601,8	3,9	605,7	4,3	610,0	4,5	614,5	4,6	619,1	4,9	624,0	5,1	629,1
648,5	3,5	652,0	3,6	655,6	3,9	659,5	4,1	663,6	4,4	668,0	4,6	672,6	4,8	677,4	5,3	682,7	5,3	688,0	5,4	693,4
710,7	3,8	714,5	4,0	718,5	4,1	722,6	4,5	727,1	4,7	731,8	4,9	736,7	5,3	742,0	5,4	747,4	5,7	753,1	5,9	759,1
773,3	4,1	777,4	4,1	781,5	4,3	785,8	4,9	790,7	5,2	795,9	5,3	801,2	5,8	807,0	6,0	813,0	6,2	819,2	6,4	825,6
837,5	4,6	842,1	4,8	846,9	5,0	851,9	5,4	857,3	5,6	862,9	5,8	868,7	6,0	874,7	6,1	880,8	6,4	887,2	6,8	894,0
903,2	5,0	908,2	5,2	913,4	5,7	919,1	5,9	925,0	6,2	931,2	6,3	937,5	6,4	943,9	6,6	950,5	6,8	957,3	7,0	964,3

» J'ai intercalé les valeurs des coefficients de pression (B) entre les deux pressions auxquelles ils se rapportent; la rétrogradation du maximum de densité se voit de suite à l'inspection du changement de signe de (B) (les valeurs négatives ont le signe — placé au-dessus d'elles) qui a lieu en même temps que celui du coefficient de dilatation sous pression constante; le phénomène est encore plus facile à suivre sur le diagramme; la température du maximum de densité est, pour chaque courbe, l'abscisse de l'ordonnée minima; en ajoutant à cette ordonnée la pression initiale à zéro inscrite sur la courbe on a la pression correspondante.

» On trouve ainsi pour température du maximum de densité :

Sous la pression de	41,6 atm	3,3°
»	93,3	2,0
»	144,8	0,6

» La forme de la quatrième courbe montre que le maximum de densité a déjà atteint et même un peu dépassé zéro sous la pression de 197^{atm}; il

atteint donc cette température sous une pression un peu inférieure à celle résultant de mes premières recherches, qui n'étaient du reste que des essais préliminaires.

» La rétrogradation moyenne entre 4° et 0°,6 serait, d'après les résultats ci-dessus, de 0°,025 par atmosphère; elle irait en s'accentuant légèrement avec la pression, mais cette accélération est incertaine, car il suffit d'une bien petite erreur pour déplacer d'une façon notable le point de contact des tangentes horizontales aux courbes.

» Les fractions d'atmosphère, inscrites au Tableau ci-dessus, peuvent, surtout aux pressions élevées, paraître illusoires; cela peut être vrai en valeur absolue, mais non si l'on considère les différences entre les pressions successives; ce sont, du reste, les résultats directement pris sur le diagramme; j'ai conservé deux décimales seulement au voisinage de l'ordonnée minima, là où la variation est extrêmement lente.

» Il est évident qu'en limitant la pression, par exemple, à 200^{atm} et la température à 10°, on pourrait fouiller davantage le phénomène et obtenir plus de précision, tandis qu'il s'agit ici d'un travail d'ensemble dans lequel la partie relative au maximum de densité n'occupe qu'une place relativement restreinte; mais, j'ai tenu à ce que tous les résultats soient déterminés sur une charge unique de liquide, de manière à avoir un ensemble auquel on pourra toujours raccorder, s'il y a lieu, un travail de détail relatif à un point présentant un intérêt particulier. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches pour établir les bases d'une nouvelle méthode destinée à reconnaître la falsification des beurres par la margarine employée seule ou en mélange avec d'autres matières grasses d'origine végétale ou animale.* Note de M. A. **Houzeau**. (Extrait par l'auteur.)

« I. Les différences notables que j'ai obtenues à l'égard de la solubilité dans l'alcool des beurres purs et des matières grasses qui servent communément à les falsifier m'ont suggéré l'idée de me servir de ces données pour reconnaître, dans le beurre falsifié, la présence de la margarine, qui est bien moins soluble dans l'alcool que les beurres.

» Mais M. Duclaux nous a initiés aux difficultés que présente la détermination de cette solubilité des matières grasses dans l'alcool. Il n'en est plus de même si l'on substitue à la solubilité absolue la détermination de la solubilité relative. Le mode opératoire devient simple et rapide.

» Il est évident, en effet, que, si deux matières grasses anhydres, beurre et margarine, sont dissoutes sous le même poids, dans le même volume d'alcool, d'une concentration invariable et à une température déterminée, la limpidité de ces dissolutions cessera à une température d'autant plus élevée que la matière grasse sera moins soluble, et la température, observée au moment où le trouble de la liqueur masquera un indicateur blanc, pourra servir d'appréciation à cette solubilité relative.

» C'est à ce moment précis qu'on observe la température indiquée par le thermomètre. On a donc ainsi ce que j'appelle le *degré de trouble* du beurre.

» II. L'apport frauduleux de la margarine (oléo-margarine, graisse de bouche) et en général des matières grasses, moins solubles que le beurre (huiles spéciales pour les fraudeurs), se reconnaît par ce procédé.

	Degré de trouble.
Beurre pur anhydre	63°,0
Même beurre falsifié avec 8 pour 100 de margarine	65,5
Même beurre falsifié avec 8 pour 100 d'huile spéciale pour les fraudeurs	65,4

» L'erreur possible dans la prise du trouble ne dépasse guère 0°,2; il est possible de reconnaître ainsi la margarine ajoutée frauduleusement alors que sa proportion ne dépasse pas 4 pour 100. On est en présence d'un moyen simple, soit pour établir un certain classement parmi les beurres, soit pour reconnaître rapidement si la marchandise fournie est conforme à l'échantillon. Cette première épreuve est en outre éliminatrice :

» *Tout beurre de notre région, qui ne se dissout pas entièrement dans l'alcool,* suivant les prescriptions de la méthode, *est un beurre falsifié.*

» III. Si tous les beurres présentaient le *même degré de trouble,* le problème si difficile de la recherche de la margarine serait résolu.

» Il n'en est pas ainsi. Le *degré de trouble* peut varier au moins, pour les beurres de la Seine-Inférieure, de l'Eure et du Calvados, de 59° à 71°-72°.

» Bien plus, dans la même ferme, le beurre préparé avec le lait des mêmes vaches peut, en quelques mois, et même à dix ou quinze jours d'intervalle, présenter d'assez notables différences dans son degré de trouble.

» Dans tous les cas on voit combien la question d'origine ne peut guère servir de point de repère pour établir, par voie de comparaison, l'identité de composition des beurres suspects.

» Il était donc indispensable de créer, avec les éléments naturels des beurres purs, une sorte de beurre type à *degré de trouble invariable*.

» De là l'idée de l'*unification des beurres purs*.

» IV. *Unification des beurres purs*. — La voie à suivre pour atteindre ce résultat était tout indiquée par mes observations précédentes.

» Puisqu'un beurre pur à degré de trouble élevé doit cette propriété à une plus grande richesse en glycérides peu solubles, n'était-il pas possible, en éliminant partiellement ces glycérides peu solubles d'arriver, de part et d'autre, à obtenir des beurres appauvris, qui présenteraient le même degré de trouble?

» Cette unification se réalise en effet aisément sur les beurres purs les plus disparates quant à leur solubilité relative, en les dissolvant, à l'état anhydre, dans un volume déterminé du même alcool titré et chauffé à une température constante. Les solutions alcooliques très limpides sont ensuite soumises à un refroidissement lent, dans une étuve dont la température ne doit jamais descendre au-dessous d'une certaine limite.

» Par ce refroidissement, les beurres purs se dépouillent de leurs glycérides les moins solubles, qu'on sépare par filtration dans l'étuve même, où les entonnoirs et les récipients ont dû séjourner pour avoir la même température que l'étuve. L'évaporation de l'alcool fournit des beurres qui, ramenés à l'état anhydre par la dessiccation, se trouvent unifiés.

	Degré de trouble	
	avant l'unification.	après l'unification.
Beurre pur..............	59°,0	60°,0
Autre beurre pur.........	67,5	60,2

Il est présumable que les beurres authentiques des autres régions de la France se comportent de même. C'est à vérifier.

» V. Cependant, certains beurres purs à degré de trouble élevé échappent à cette première unification. Dans ce cas, on doit toujours contrôler le résultat par une seconde unification en opérant cette fois sur le beurre presque unifié et non sur le beurre normal.

» On a ainsi des beurres plus appauvris en glycérides peu solubles que ceux de la première unification, et qui présentent entre eux, lorsqu'ils sont purs, le même degré de trouble.

	Degré de trouble du beurre normal.	Degré de trouble de la 1re unification.	Degré de trouble de la 2e unification.
Beurre pur...........	59°,0	60°,0	42°,0
Autre beurre pur.....	64,2	60,0	42,0
Autre beurre pur.....	71,0	62,3	42,0

» VI. Enfin, la nouvelle méthode met à profit le dosage des acides volatils des glycérides qui constituent les beurres unifiés.

	1re Unification. Degré de trouble.	1re Unification. Total des acides volatils exprimés en NaO titrée.
Beurre pur unifié	60°,0	23cc,6
Autre beurre pur unifié	60,0	23,6
Autre beurre pur non unifié à la 1re précipitation	63,5	22,0

» VII. D'autre part, les solutions alcooliques des matières grasses ajoutées au beurre (margarine, végétaline, etc.) fournissent aux traitements alcooliques des extraits anhydres dont les moins solubles élèvent le degré de trouble des beurres unifiés, tandis que les plus solubles l'abaissent. De là, un moyen de reconnaître leur présence dans les beurres falsifiés, et d'apprécier approximativement leur proportion.

	Degré de trouble de la seconde unification.
Beurre pur	42°,0
Même beurre falsifié avec 6 pour 100 de margarine	43,0
Même beurre falsifié avec 8 pour 100 de végétaline	41,0

» La méthode fait donc bien ressortir la nature de la matière grasse étrangère ajoutée au beurre. Quand le degré de trouble est supérieur à celui de l'unification, c'est l'indice d'une fraude par la margarine, qui est moins soluble que le beurre; quand il est inférieur, c'est que le beurre a été additionné de végétaline, ou de toute autre substance plus soluble que le beurre.

» Si, d'autre part, nous arrivons à répondre de la prise du degré de trouble, à 2 dixièmes de degré près, on voit qu'il sera possible de suspecter la présence de la margarine et de la végétaline, alors que leur proportion ne dépasserait pas 4 à 6 pour 100 du poids du beurre.

» Ces faits se confirment plus nettement encore si l'on applique le dosage des acides volatils aux beurres unifiés.

	2e unification. Acides volatils exprimés en soude titrée.
Beurre pur	18cc,3
Même beurre falsifié avec 6 pour 100 de margarine (oléo).	17,5
Même beurre falsifié avec 10 pour 100 de végétaline	16,2

» VIII. On voit cependant que le dosage des acides volatils ne saurait caractériser si la matière grasse ajoutée frauduleusement aux beurres est de la margarine peu soluble ou de la végétaline très soluble, ce que peut établir, dans des cas déterminés, la prise du degré de trouble. Mais cet inconvénient est racheté par un plus grand avantage dans la pratique.

» En effet, j'ai pu faire des mélanges de margarine et de végétaline en proportions telles que ces mélanges, ajoutés au beurre, fournissaient des degrés de trouble semblables à ceux des beurres purs. Mais alors le dosage des acides volatils sur le beurre unifié mettait immédiatement en relief la multiple falsification.

	2e unification.	
	Degré de trouble.	Acides volatils exprimés en soude titrée.
Beurre pur........................	42°,0	18cc,3
Même beurre falsifié avec 10 pour 100 d'un mélange de margarine et de végétaline.......................	42°,1	16cc,7

» J'estime qu'environ 5 pour 100 seulement de ce mélange de margarine et de végétaline eussent pu être reconnus.

» Quand certaines données expérimentales seront à nouveau contrôlées et complétées, je pourrai tirer des faits exposés dans ce travail les éléments d'une méthode suffisamment sensible.

» C'est pour me réserver cette faculté et prendre date que je publie, dès aujourd'hui, un résumé des lignes principales de mes recherches.

» Je signale avec plaisir à l'Académie le concours fort consciencieux que m'a prêté dans ce travail M. Sprecher, préparateur de la Station agronomique. »

M. **Émile Picard**, en présentant à l'Académie un fascicule de son « Traité d'Analyse, » s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le second fascicule qui termine le deuxième Volume de mon *Traité d'Analyse*. Ce fascicule contient les leçons que j'ai faites cet hiver à la Sorbonne; il traite des intégrales abéliennes et des surfaces de Riemann.

» On peut, par une représentation géométrique convenable, rendre intuitifs les principaux résultats de la théorie des surfaces de Riemann. Cette vue claire de la surface de Riemann une fois obtenue, toutes les ap-

plications se déroulent avec la même facilité que dans la théorie classique de Cauchy relative au plan simple. Mais il importe de juger à sa véritable valeur la belle conception de Riemann. Ce serait une vue incomplète que de la regarder seulement comme une méthode simplificative pour présenter la théorie des fonctions algébriques. Si importante que soit la simplification apportée dans cette étude par la considération de la surface à plusieurs feuillets, ce n'est pas là ce qui fait le grand intérêt des idées de Riemann. Le point essentiel de sa théorie est dans la conception *a priori* de la surface connexe formée d'un nombre limité de feuillets plans et dans le fait qu'à une telle surface conçue dans toute sa généralité correspond une classe de courbes algébriques. Nous nous sommes donc particulièrement attaché à la question difficile et capitale de l'existence des fonctions analytiques sur une surface de Riemann arbitrairement donnée.

» Le problème précédent est même susceptible d'être généralisé, si l'on prend une surface fermée arbitraire dans l'espace et qu'on considère l'équation de Beltrami qui lui correspond. Il est possible de faire correspondre à la surface une classe de courbes algébriques. On sait que ce résultat a été démontré en quelque sorte expérimentalement par M. Klein, qui a insisté sur les rapports que présente la théorie des intégrales abéliennes avec l'étude du mouvement de l'électricité sur une surface fermée. Nous pensons avoir traité rigoureusement ces questions en restant à un point de vue purement analytique.

» Tout en accordant la préférence aux méthodes de Riemann, dans lesquelles la théorie des fonctions et la Géométrie de situation se prêtent un mutuel appui, nous n'avons pas négligé le point de vue algébrique. Malheureusement, pour cette partie de la théorie, on doit regretter que les leçons de M. Weierstrass sur les fonctions algébriques n'aient jamais été publiées. »

M. **Mascart** présente à l'Académie le troisième Volume de son « Traité d'Optique ».

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie du troisième Volume de mon *Traité d'Optique*. J'ai indiqué précédemment la nature des matières traitées dans la première Partie de ce Volume publiée il y a déjà près d'un an. La seconde Partie, qui termine l'Ouvrage, renferme une étude détaillée des propriétés optiques de l'air, des phénomènes produits par les particules en suspension, les gouttelettes des nuages ou les gouttes de

pluie, et des apparences si variées auxquelles donnent lieu les cristaux de glace, enfin un résumé des principes d'analyse spectrale et de la dispersion. Quelques additions aux différents Chapitres ont été, en outre, indiquées dans un complément.

» J'ai le regret d'ajouter que les planches coloriées qui doivent accompagner le second Volume ne sont pas encore terminées. Ce travail difficile a été interrompu par la mort du premier graveur qui l'avait entrepris et par une longue maladie de l'artiste qui l'a continué. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1893.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Savigny. — MM. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers, Blanchard, Perrier, Ranvier réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Grandidier et Sappey.

Prix Montyon (Médecine et Chirurgie). — MM. Verneuil, Bouchard, Guyon, Brown-Séquard, Charcot, Marey, Larrey, Brouardel, Sappey réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chauveau et Ranvier.

Prix Bréant. — La Commission permanente est composée de MM. les Membres de la Section de Médecine et Chirurgie.

Prix Godard. — MM. Guyon, Verneuil, Bouchard, Charcot, Sappey réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Brown-Séquard et Brouardel.

Prix Serres. — MM. Ranvier, Bouchard, Perrier, Chauveau, Verneuil réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sappey et Milne-Edwards.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Ch. Lorot** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur un appareil de locomotion aérienne et sur l'explication de divers phénomènes physiques.

(Renvoi à la Commission des aérostats, à laquelle M. Brouardel est prié de s'adjoindre).

M. **Motto** adresse un Mémoire sur les préparations dérivées de l'huile d'olive.

(Commissaires : MM. Friedel, Schützenberger.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du* 16 *avril* 1893 *à l'observatoire de la Société scientifique Flammarion de Marseille.* Note de M. **Léotard.**

« Grandeur, 21 centièmes, heure nationale (beau temps).

» Entrée de l'ombre à $3^h 39^m$ (S.-E.). Maximum de l'éclipse, $4^h 18^m$.

» Sortie de l'ombre à $4^h 55^m$ (E.-N.-E.).

» Il y a, par rapport au calcul, une différence en moins de 40^s environ pour la durée de l'éclipse.

» Les montagnes du bord lunaire ont été visibles sur le Soleil, à la lunette et par projection.

» Observateurs : MM. Bruguière, Léotard, Codde, Bouvresse, Vignola, Nègre, Perrotet. Lunettes de 160^{mm} et 108^{mm}. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles.* Note de M. **Vessiot**, présentée par M. Picard.

« Dans un travail récent (*Ann. de l'École Normale,* 1893), nous avons abordé l'étude des équations différentielles qui possèdent des systèmes fondamentaux d'intégrales, en traitant le cas des équations du premier

ordre. Voici quelques résultats concernant les équations analogues du second ordre. Soit

$$(1) \qquad x'' = F(x, x', t)$$

une équation du second ordre. Nous supposons que son intégrale générale s'exprime, en fonction d'intégrales particulières $x_1, x_2, \ldots, x_n$ par une formule, connue ou inconnue, mais dont la forme ne dépende pas de ces intégrales particulières,

$$(2) \qquad x = f(x_1, x'_1, \ldots, x_n, x'_n \,|\, a, b).$$

On en déduit, pour x', en tenant compte de (1), une formule analogue

$$(3) \qquad x' = g(x_1, x'_1, \ldots, x_n, x'_n \,|\, a, b).$$

» Nous nous bornerons, dans cette Note, au cas où t ne figure explicitement dans aucune des formules (2) et (3). C'est ce qui a lieu évidemment pour une équation linéaire sans second membre, ou avec second membre; et aussi pour une équation de la forme

$$(4) \qquad x'' + 3xx' + x^3 + 3\lambda(x' + x^2) + 3\mu x + \nu = 0,$$

c'est-à-dire ayant pour intégrales les dérivées logarithmiques des intégrales d'une équation linéaire homogène du troisième ordre. Nous allons montrer que *toute équation de la classe considérée se ramène à l'une de ces trois formes, ou s'abaisse au premier ordre, par une transformation de la forme*

$$(5) \qquad X = \varphi(x, x').$$

» Nous partons du même principe que dans le travail rappelé. On peut supposer les constantes d'intégration a, b tellement choisies que les équations

$$(6) \qquad \begin{cases} a' = f(x_1, x'_1, \ldots \,|\, a, b), \\ b' = g(x_1, x'_1, \ldots \,|\, a, b), \end{cases}$$

définissent un groupe. Supposons d'abord que ce groupe laisse invariante au moins une famille de courbes à un paramètre

$$\varphi(a, b) = \text{const.}$$

» Cela prouve qu'on a, comme conséquence des équations (6), une identité

$$\varphi(a', b') = \chi[\varphi(a, b), x_1, x'_1, \ldots],$$

c'est-à-dire que, pour toute intégrale de (1), on a

$$\varphi(x, x') = \chi(c, x_1, x'_1, \ldots),$$

c étant une constante. Si donc on change de fonction inconnue, par la formule (5), on obtiendra en X une équation de premier ordre. De plus, l'équation

$$c' = \chi(c, x_1, x'_1 \ldots)$$

définissant elle-même un groupe, on peut supposer φ choisie de telle sorte que χ soit linéaire en c, ou soit une fraction du premier degré, c'est-à-dire que la transformée en X sera une équation linéaire ou une équation de Riccati. Quant au calcul de la transformation (5), il exigera, dans le cas le plus défavorable, des quadratures ou l'intégration d'une équation de Riccati.

» Si le groupe (6) ne laisse invariante aucune famille de courbes à un paramètre, il est semblable à un groupe projectif à 5, 6 ou 8 paramètres. Dans les deux premiers cas, on peut donc déterminer φ et ψ de telle sorte que, si l'on pose

$$\alpha = \varphi(a, b), \qquad \beta = \psi(a, b),$$
$$X = \varphi(x, x'), \qquad Y = \psi(x, x'),$$

les équations (2) et (3) prennent la forme

$$X = L\alpha + M\beta + N, \qquad Y = P\alpha + Q\beta + R.$$

Si donc on fait dans (1), par exemple, la transformation (5), la transformée sera une équation linéaire du second ordre. Dans le troisième cas, on voit de même qu'on arrive à une transformée, dont l'intégrale générale est de la forme

$$X = \frac{aA\ (t) + bB\ (t) + C\ (t)}{aA_1(t) + bB_1(t) + C_1(t)}.$$

Elle appartient donc à la classe plus générale des équations dont l'intégrale générale est

$$P(X, t) + aQ(X, t) + b = 0.$$

» M. Lie a montré qu'une telle équation s'intègre par des quadratures et par l'intégration d'une équation linéaire homogène du troisième ordre. Cette dernière se ramenant immédiatement à la forme (4), notre théorème est établi. La réduction de la transformée à la forme (4) peut d'ailleurs se faire d'une manière directe et plus simple. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la structure des groupes finis et continus.* Note de M. CARTAN, présentée par M. Picard.

« J'ai exposé, dans une précédente Note, les résultats remarquables auxquels est arrivé M. Killing, relativement à la structure des groupes simples, en indiquant les principaux points de son travail qui me paraissent insuffisants. Je m'occuperai, dans cette Note, de la structure des groupes en général.

» M. Lie a depuis longtemps (*Archiv for Math. og Nat.*, B. III.) partagé les groupes en deux grandes classes : les groupes *intégrables* et les groupes *non intégrables*. On dit qu'un groupe d'ordre r est *intégrable* lorsqu'il admet un sous-groupe invariant d'ordre $r-1$, celui-ci un sous-groupe invariant d'ordre $r-2$, et ainsi de suite. Les groupes intégrables sont encore caractérisés par ce fait que, si l'on prend leurs groupes dérivés successifs, on finit par arriver à la transformation identique. Cette classification des groupes joue un grand rôle, non seulement au point de vue spécial de la structure, mais encore au point de vue de l'intégration des équations différentielles.

M. Killing introduit une autre classification des groupes qui, au fond, en la modifiant un peu, concorde avec la précédente. Il appelle *rang* d'un groupe *le nombre des coefficients indépendants de l'équation caractéristique de ce groupe*. En réalité, ce n'est pas le rang d'un groupe qui est intéressant, mais le rang de son *groupe dérivé;* en effet, le rang peut s'abaisser en passant au groupe dérivé, mais, *pour tous les groupes dérivés successifs, il est le même*. Or, comme cela a été démontré par M. Engel (*voir* UMLAUF, thèse, Leipzig), les groupes de rang zéro sont intégrables et, réciproquement, les groupes intégrables ont pour groupes dérivés des groupes de rang zéro. Nous retombons ainsi sur la classification de M. Lie.

» M. Killing ne donne que des indications incomplètes sur les groupes de rang zéro. Pour étudier le cas général, il donne au groupe une certaine forme réduite très remarquable basée sur la nature des racines de l'équation caractéristique. Il fait correspondre à une transformation générale du groupe G un sous-groupe γ de rang zéro, et dont l'ordre est égal au nombre des racines identiquement nulles de l'équation caractéristique. Si l'on suppose que $X_1 f, \ldots, X_m f$ sont les transformations de ce sous-groupe, et si, dans l'équation caractéristique on annule $e_{m+1}, \ldots, e_r$, le pre-

mier membre de cette équation se décompose en un produit de facteurs linéaires en $e_1, e_2, \ldots, e_m$. A chacun de ces facteurs linéaires ou *racines*, M. Killing fait correspondre autant de transformations qu'il y a d'unités dans son degré de multiplicité, de sorte qu'on obtient le nombre de transformations indépendantes nécessaire pour définir le groupe.

» M. Killing étudie d'abord le cas où le groupe est *parfait* [1] et où toutes les racines de son équation caractéristique sont simples. Il arrive ainsi à trois sortes de groupes :

» 1° Les groupes *simples*, dont j'ai déjà parlé;

» 2° Les groupes qu'il appelle *semi-simples* (halbeinfach) et qui sont formés de sous-groupes invariants simples échangeables entre eux;

» 3° Des groupes formés d'un sous-groupe simple ou semi-simple et d'un sous-groupe invariant à transformations toutes échangeables entre elles.

» L'étude du cas général des groupes parfaits est fondée sur un théorème que j'ai déjà indiqué dans ma précédente Note et qui est le suivant :

» *Si un groupe est parfait, le sous-groupe* γ, *relatif à une transformation générale quelconque, a ses transformations toutes échangeables entre elles.*

» Malheureusement ce théorème n'est vrai que dans des cas particuliers. Néanmoins, le résultat général auquel M. Killing arrive est juste : *Tout groupe non intégrable est formé d'un sous-groupe simple ou semi-simple et d'un sous-groupe invariant intégrable.*

» On se rend bien facilement compte que ce théorème revient aux deux suivants :

» *Tout groupe qui n'admet pas de sous-groupe invariant intégrable est simple ou semi-simple.*

» *Si l'on considère le plus grand sous-groupe invariant intégrable g d'un groupe* G, *il existe un sous-groupe g' qui, avec g, complète* G.

» Je suis parvenu à démontrer directement le premier théorème en m'appuyant sur une propriété remarquable que j'ai trouvée au coefficient $\psi_2(e)$ de ω^{r-2} dans l'équation caractéristique, coefficient qui est une forme quadratique de $e_1, e_2, \ldots, e_r$. Cette propriété est la suivante :

» *La condition nécessaire et suffisante pour qu'un groupe soit intégrable est que toutes les transformations de son groupe dérivé annulent* $\psi_2(e)$.

» La considération de ce coefficient $\psi_2(e)$ me donne en même temps,

---

[1] M. Lie appelle groupe *parfait* un groupe qui est son propre groupe dérivé.

sans résolution d'aucune équation, le plus grand sous-groupe invariant intégrable du groupe donné.

» Quant au deuxième théorème, je le démontre d'abord dans le cas où le sous-groupe g a ses transformations échangeables entre elles, et je ramène de proche en proche tous les cas à celui-là, grâce aux propriétés des groupes intégrables.

» Ce théorème donne, en particulier, le théorème de Engel (1) d'après lequel *tout groupe est intégrable dans le cas, et dans le cas seulement, où il ne contient aucun sous-groupe à trois paramètres de la structure du groupe projectif de la droite,* théorème dont aucune démonstration rigoureuse n'a, je crois, été *publiée* jusqu'à présent.

» Enfin, je signalerai le résultat auquel je suis arrivé relativement à la forme comparée des équations caractéristiques d'un groupe G et de son groupe dérivé G′, et qui est le suivant :

» *Si l'on imagine le premier membre de l'équation caractéristique de* G′ *décomposé en facteurs irréductibles, il suffit, dans chacun de ces facteurs, de remplacer la variable* ω *par* ω *plus une forme linéaire de* $e_1, e_2, \ldots, e_r$ *pour avoir le premier membre de l'équation caractéristique de* G. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles ordinaires qui possèdent un système fondamental d'intégrales.* Note de M. A. **Guldberg**, présentée par M. Picard.

« On sait que la théorie générale des groupes continus de M. Lie et d'autre part sa théorie d'intégration d'un système complet qui admet un tel groupe a trouvé beaucoup d'applications importantes dans les recherches sur les invariants différentiels et surtout dans un beau travail de M. Picard et deux Mémoires importants de M. Vessiot (2). Dans la Note suivante je cherche à généraliser les résultats de la dernière Note de M. Vessiot.

» Soit donné le système d'équations différentielles ordinaires

$$\frac{dx_1}{dt} = F_1(t, x_1, \ldots, x_n), \qquad \ldots, \qquad \frac{dx_n}{dt} = F_n(t, x_1, \ldots, x_n).$$

---

(1) *Voir,* en particulier, Engel, *Kleinere Beiträge zur Gruppentheorie* (*Leipziger Berichte,* p. 95-99; 1887).

(2) Vessiot, *Annales de l'École Normale* pour 1892 et 1893.

» Nous nous proposons d'étudier les différents cas où l'on peut exprimer le système général de solutions $x_1, \ldots, x_n$ par m systèmes particuliers de solutions

$$(1) \qquad x_1^{(1)}, \quad \ldots, \quad x_n^{(1)}, \quad \ldots, \quad x_1^{(m)}, \quad \ldots, \quad x_n^{(m)},$$

et n constantes arbitraires a par des formules connues ou inconnues

$$(2) \qquad x_i = f_i(x_1^{(1)}, \ldots, x_n^{(1)}, \ldots, x_1^{(m)}, \ldots, x_n^{(m)}, a_1, \ldots, a_n) \quad (i=1, 2, \ldots, n),$$

qui subsistent lorsqu'on y remplace les solutions (1) par mn autres solutions particulières quelconques.

» Nous démontrerons d'une manière absolument analogue à celle employée par M. Vessiot que l'on peut supposer dans les formules (2) les constantes d'intégration $a_1, \ldots, a_n$ tellement choisies que les équations

$$(3) \qquad x_i = f_i(x_1^{(1)}, \ldots, x_n^{(1)}, \ldots, x_1^{(m)}, \ldots, x_n^{(m)}, a_1, \ldots, a_n) \quad (i=1, 2, \ldots, n)$$

définissent un groupe aux mn paramètres $x_1^{(1)}, \ldots, x_n^{(1)}, \ldots, x_1^{(m)}, \ldots, x_n^{(m)}$ entre les variables indépendantes a et les variables dépendantes x.

» Posons, en effet,

$$b_i = f_i(x_1^{(1)_0}, \ldots, x_n^{(1)_0}, \ldots, x_1^{(m)_0}, \ldots, x_n^{(m)_0}, a_i, \ldots, a_n) \; (i=1, 2, \ldots, n),$$

$x_1^{(1)_0}, \ldots, x_n^{(1)_0}, \ldots, x_1^{(m)_0}, \ldots, x_n^{(m)_0}$ étant des constantes; les équations (3) prendront la forme

$$x_i = g_i(x_1^{(1)}, \ldots, x_n^{(1)}, \ldots, x_1^{(m)}, \ldots, x_n^{(m)}, \ldots, b_1, \ldots, b_n) \; (i=1, 2, \ldots, n)$$

qui définissent, d'après M. Lie, un groupe de transformations des x en b aux mn paramètres $x_1^{(1)}, \ldots, x_n^{(1)}, \ldots, x_1^{(m)}, \ldots, x_n^{(m)}$. Ce groupe est m fois transitif; on en conclut, d'après un théorème fondamental de M. Lie, que m ne peut pas surpasser $(n+2)$; *les valeurs de* m *sont donc* $1, 2, \ldots, (n+2)$. Dans le cas $m = n+2$, le groupe est semblable au groupe projectif général.

» Dans le cas $n=2$, j'ai examiné les différents groupes correspondant à des valeurs de m et j'ai trouvé onze types différents. »

MÉCANIQUE. — *Sur la réduction du problème des tautochrones à l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du premier ordre et du second degré.* Note de M. G. **Kœnigs**.

« I. Soit donnée une famille de surfaces $U(x, y, z)$, je me propose en premier lieu de chercher les surfaces S sur lesquelles ces surfaces données découpent une famille de courbes parallèles.

» Je représente par ds^2 le carré de l'élément d'arc de la surface cherchée, par $H = f(U)$ une fonction arbitraire de U. Il suffit, conformément à un théorème de Gauss, d'exprimer que la différence

$$\begin{aligned} ds^2 - dH^2 = {} & dx^2 + dy^2 (p\,dx + q\,dy)^2 \\ & - \left[\left(\frac{\partial H}{\partial x} + p\frac{\partial H}{\partial z}\right)dx + \left(\frac{\partial H}{\partial y} + q\frac{\partial H}{\partial z}\right)dy\right]^2 \end{aligned}$$

est un carré parfait.

» Je pose, pour abréger,

$$\begin{aligned} A &= 1 + p^2 - \left(\frac{\partial H}{\partial x} + p\frac{\partial H}{\partial z}\right)^2, \\ B &= pq - \left(\frac{\partial H}{\partial x} + p\frac{\partial H}{\partial z}\right)\left(\frac{\partial H}{\partial y} + q\frac{\partial H}{\partial z}\right), \\ \Phi &= \left(\frac{\partial H}{\partial x}p + \frac{\partial H}{\partial y}q - \frac{\partial H}{\partial z}\right)^2 - \left[\left(\frac{\partial H}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial H}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial H}{\partial z}\right)^2 - 1\right](p^2 + q^2 + 1), \end{aligned}$$

et la différence précédente peut s'écrire

$$ds^2 - dH^2 = \frac{1}{A}(A\,dx + B\,dy)^2 + \frac{1}{A}\Phi\,dy^2. \tag{1}$$

» L'équation différentielle des surfaces cherchées est donc

$$\Phi = 0. \tag{2}$$

» On voit en même temps que leur ds^2 a la forme

$$ds^2 = dH^2 + \frac{1}{A}(A\,dx + B\,dy)^2, \tag{3}$$

en sorte que les géodésiques auxquelles sont orthogonales les courbes parallèles $H = \text{const.}$ ont pour équation

$$A\,dx + B\,dy = 0. \tag{4}$$

» Maintenant, d'après l'identité (1) elle-même, si l'on envisage autour du point x, y, z le cône Γ suivant les génératrices duquel s'effectuent les déplacements qui vérifient l'équation

$$(5) \qquad dx^2 + dy^2 + dz^2 - \left(\frac{\partial H}{\partial x}dx + \frac{\partial H}{\partial y}dy + \frac{\partial H}{\partial z}dz\right)^2 = 0,$$

l'équation (2) exprime évidemment que, en chacun de ses points, la surface intégrale S touche le cône Γ, et la génératrice de contact est précisément celle suivant laquelle s'effectue le déplacement défini par l'équation (4); or cette génératrice de contact est justement la tangente à la caractéristique. Concluons donc que *les géodésiques représentées par l'équation* (4) *sont les caractéristiques de l'équation* (2).

» A la page 189 du tome V des *Mathematische Annalen,* M. Lie a énoncé ce fait que les équations de la forme (2) possèdent, à l'exclusion de toute autre, la propriété d'admettre des caractéristiques géodésiques. On voit ici l'origine géométrique de ces équations; je vais montrer qu'elles fournissent la solution générale du problème des tautochrones.

» II. D'après une théorie générale due à Monge, toute intégrale de l'équation (5) s'obtiendra en prenant, sur une surface intégrale de (2), la courbe enveloppe E des caractéristiques.

» Or *ces courbes* E *sont des courbes tautochrones, pour la force émanant du potentiel*

$$V = \alpha - \beta H^2,$$

où α, β sont deux constantes quelconques, dont la dernière est positive.

» L'équation (5) donne, en effet, en comptant les arcs à partir du point A où la courbe E coupe la surface $H = 0$,

$$(6) \qquad s = H,$$

d'où

$$s^2 = H^2 = \frac{\alpha - V}{\beta},$$

et, en différentiant,

$$(7) \qquad -2\beta s = \frac{dV}{ds} = \frac{\partial V}{\partial x}\frac{dx}{ds} + \frac{\partial V}{\partial y}\frac{dy}{ds} + \frac{\partial V}{\partial z}\frac{dz}{ds},$$

ce qui est la condition connue du tautochronisme, d'après laquelle la force tangentielle est proportionnelle à l'arc et dirigée en sens inverse de l'arc croissant.

» Réciproquement, le problème des tautochrones pour la fonction de forces V se ramènera à l'équation (2) où l'on prendra

$$H = \sqrt{\frac{\alpha - V}{\beta}}.$$

» III. Le cas où la fonction H ne dépend pas de l'une des variables, par exemple z, offre une circonstance intéressante; l'équation (2) n'est autre, dans ce cas, que celle dont la méthode de Jacobi ferait dépendre le problème des géodésiques sur la surface

$$z = \sqrt{-1}\, H(x, y).$$

» On voit donc que, *si l'on connaît les géodésiques d'une surface, on peut en déduire des solutions avec une constante arbitraire d'un problème des tautochrones* [1].

» Du reste, la forme même de l'équation (5) montre qu'à l'équation (2) se rattache une série d'autres problèmes, tels que la recherche des courbes dont l'arc est une fonction donnée des coordonnées [équation (6)]; la recherche des courbes dont les tangentes font partie d'un complexe donné. »

PHYSIQUE. — *Sur les densités et les volumes moléculaires du chlore et de l'acide chlorhydrique.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« Dans ma Note du 20 février dernier, j'ai montré que les densités théoriques du chlore et de l'acide chlorhydrique étaient respectivement 2,4500 et 1,2597, et j'ajoutais que les densités expérimentales de ces gaz, trouvées par divers auteurs dans les conditions normales, ne me paraissaient pas admissibles. L'expérience a confirmé mes prévisions.

» La densité du chlore est, en effet, 2,4865, au lieu de 2,44 à 2,45, que l'on trouve dans les recueils les plus récents; celle de l'acide chlorhydrique est 1,2696, tandis que les divers auteurs donnent 1,278 ou 1,247.

---

[1] Par exemple, des géodésiques des quadriques, on déduit la solution *complète et générale* des tautochrones pour la fonction de forces

$$V = Ax^2 + By^2.$$

» Expériences. — 1° *Acide chlorhydrique.* — Le gaz est préparé au moyen de sel marin pur, fondu et concassé, et d'acide sulfurique pur.

» L'appareil se compose d'un ballon fermé par un bouchon rodé, dont la tubulure unique est fixée directement à la canalisation déjà décrite au moyen de cire de Golaz. Le gaz passe, avant d'arriver au ballon à densités, sur de l'anhydride phosphorique. Enfin, comme dans mes précédentes expériences, un tube vertical, soudé près du ballon et plongeant dans une cuvette à mercure, indique la pression dans l'appareil et laisse au besoin dégager l'excès de gaz.

» On peut faire et maintenir le vide dans l'appareil ainsi disposé; cette condition est éminemment favorable à la préparation d'un gaz pur. Mais il faut introduire à la fois, avant de monter l'appareil, tout l'acide et tout le sel employés dans la réaction. Afin de ne pas répandre abondamment l'acide chlorhydrique dans le laboratoire, j'ai d'abord laissé réagir à froid ces substances pendant vingt-quatre heures dans le ballon ouvert.

» Quatre expériences très concordantes, effectuées par la méthode déjà décrite, m'ont donné pour la densité du gaz 1,2696. L'erreur sur ce nombre ne me paraît pas pouvoir dépasser 1 unité sur le dernier chiffre.

» 2° *Chlore.* — L'expérience sur le chlore est beaucoup plus difficile. Il est à craindre que ce gaz, en traversant une canalisation formée de tubes de verre et de plomb mastiqués à la cire, ne se charge d'impuretés.

» J'ai d'abord employé un appareil tout en verre formé de pièces rodées, dont les rodages et robinets recevaient une petite quantité d'une sorte de graisse préparée en faisant agir le chlore sur un mélange de paraffine et de vaseline. Je comptais que le gaz préparé par la réaction de l'acide chlorhydrique et du bichromate de potasse, puis dépouillé de l'acide chlorhydrique par le sulfate de cuivre et séché par la ponce sulfurique, arriverait très pur dans mon ballon. Malheureusement, réduit à opérer seul, j'ai dû renoncer à ce procédé, à cause des difficultés de la manipulation.

» J'eus recours à l'appareil décrit plus haut, et j'employai le chlore liquéfié que l'on trouve aujourd'hui dans le commerce, enfermé dans des bouteilles spéciales.

» M. Friedel a bien voulu me prêter un de ces récipients qui était en service à son laboratoire depuis plusieurs jours, de sorte que les impuretés plus volatiles que le chlore devaient avoir été éliminées. J'ai fait le nécessaire, comme plus haut, pour arrêter au besoin l'eau et l'acide chlorhydrique; j'ai constaté la présence de traces de ce dernier. Cette distillation fractionnée, opérée sur un liquide sensiblement pur, m'a paru de nature à donner de très bons résultats.

» J'ai employé ici encore la méthode générale; mais une difficulté spéciale se présente.

» Il s'agit de faire le vide dans l'appareil avant chaque remplissage, et de mesurer la pression résiduelle dans le ballon. A cet effet, j'ai, d'une part, recouvert d'acide sulfurique le mercure de la machine pneumatique; l'action du chlore sur le mercure ne s'exerce alors que d'une manière insignifiante. D'un autre côté, après avoir enlevé le chlore du ballon, j'y laissais rentrer de l'air sec, puis j'y faisais le vide de nouveau, et ne laissais communiquer l'appareil avec le manomètre que lorsque la pression était réduite à $0^{mm},2$ environ. Le mercure de ce manomètre n'a point présenté d'altération appréciable.

» Les nombres obtenus pour la densité du chlore sont compris entre 2,4857 et 2,4868. En tenant compte de circonstances particulières, je suis porté à admettre 2,4865, qui doit être exact, comme on le voit, à moins de $\frac{1}{3000}$ près de sa valeur.

» Je compte avoir l'occasion de revenir indirectement sur la dernière décimale, de sorte que je n'ai pas cru intéressant de multiplier les expériences, afin de la préciser dès maintenant.

» *Conclusions relatives aux volumes moléculaires.* — Le volume moléculaire de l'acide chlorhydrique, rapporté à l'oxygène, est, d'après ce qui précède,

$$\frac{1,2597}{1,2696} \times 1,0001 = 0,9923;$$

celui du chlore est

$$\frac{2,4500}{2,4865} \times 1,0001 = 0,9854,$$

à quelques dix-millièmes près.

» Je vais reproduire ci-dessous un extrait du Tableau que j'ai donné dans mon dernier Mémoire, en y introduisant ces données nouvelles :

	Point critique.	Volume moléculaire.
Hydrogène............	−230° (?)	1,0018
Oxygène..............	−115	1 (base)
Acide carbonique.......	+ 31	0,9939
Protoxyde d'azote......	36	*0,9985
Acide chlorhydrique....	52	0,9923
Cyanogène............	124	*0,9970
Gaz ammoniac..........	130	*0,9894
Chlore................	143	0,9854
Acide sulfureux........	156	*0,9893

» Il me paraît que, si l'on compare les volumes moléculaires de deux gaz quelconques dans les conditions normales, celui-là doit avoir le plus petit volume, qui est le plus rapproché de son point critique.

» Si cette loi, qui m'a servi de guide, est générale, la courbe ayant pour abscisses les points critiques et pour ordonnées les volumes moléculaires, ne doit présenter ni maxima ni minima. C'est bien ce qui arrive pour tous les gaz que j'ai étudiés; mais on voit sans peine qu'il n'en est pas de même pour les autres.

» Les volumes moléculaires du gaz ammoniac, du protoxyde d'azote, et surtout de l'anhydride sulfureux et du cyanogène, calculés d'après les densités connues, sont notablement trop faibles.

» Je me propose de reprendre la détermination de ces densités. »

PHYSIQUE. — *Sur la diminution du coefficient de dilatation du verre.* Note de M. **L.-C. Baudin**, présentée par M. Friedel.

« M. Crafts a publié, en 1880 [1], les résultats d'expériences montrant qu'au relèvement du 0°, produit par le recuit, correspond toujours une augmentation de l'intervalle fondamental, dû à une diminution du coefficient de dilatation de l'enveloppe.

» L'étude faite sur sept thermomètres, chauffés pendant longtemps à 335°, montra à M. Crafts que, pour un relèvement moyen de 18°,3, la valeur de l'intervalle fondamental avait augmenté la moyenne de 0°,67; M. Crafts en concluait que le coefficient de dilatation de l'enveloppe avait varié dans ces limites.

» Or, comme l'a fait remarquer M. Guillaume [2], il est une circonstance que M. Crafts paraît n'avoir pas prise en considération, c'est la variation de la tige des thermomètres.

» Si l'on admet, dit M. Guillaume, que cette variation est proportionnelle à celle du réservoir, on trouve qu'elle doit avoir été en moyenne de 0°,30 pour les thermomètres à tige soumis à ces recherches; il ne resterait donc plus qu'une variation moyenne de 0°,37 à expliquer par un changement du coefficient de dilatation de l'enveloppe.

» Il m'a paru intéressant de déterminer expérimentalement la part de variation qui revient tant à la tige qu'au réservoir, et les résultats obtenus confirment entièrement les prévisions de M. Guillaume.

» Le thermomètre que j'ai construit pour cette étude est en verre vert Guilbert-Martin (le réservoir soudé provient de la même tirée que la tige). Sa longueur est de $0^{m},85$, il porte les degrés compris entre $-25°$ et $+500°$ et la grandeur moyenne du degré est $1^{mm},48$; les traits sont gravés très fins pour rendre les lectures plus précises.

» Durant le recuit, le réservoir et la partie inférieure de la tige étaient chauffés uniformément à la température du soufre en ébullition (445°) mais la partie supérieure du tube thermométrique émergeait de l'appareil et restait à peu près à la température de l'atmosphère.

---

(1) J.-M. Crafts, *Sur les variations du coefficient de dilatation du verre* (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 143; 1880).

(2) Ch.-Ed. Guillaume, *Traité pratique de Thermométrie de précision*, p. 134 et 167.

» En opérant ainsi, la partie inférieure de la tige, entre 0° et 100°, devait participer aux mêmes changements que le réservoir, tandis que la portion de tube entre 400° et 500°, n'étant pas chauffée, ne pouvait varier que d'une façon insignifiante.

» Il s'ensuit que la bulle de mercure occupant l'intervalle 400°-500° pouvait servir de base pour constater et mesurer les changements survenus dans la partie inférieure du tube.

» Nous avons donc séparé, avant recuit, une bulle de mercure occupant l'intervalle 400°-500° et cette bulle a servi à jauger la capacité 0°-100°.

» La même étude de calibrage a été répétée après un recuit prolongé (1035 heures) et durant lequel le zéro avait monté de 26°, 22.

» La diminution de capacité de l'intervalle 0°-100° a été nettement accusée et trouvée égale à 0°, 43.

» Or, si l'on suppose les variations « tige et réservoir » rigoureusement proportionnelles, on trouve 0°, 415 pour changement de calibre de la tige (26,22:6318::0,415:100).

» La concordance est satisfaisante et montre l'identité de variation dans les deux cas.

» Entre temps, j'ai fait plusieurs déterminations de l'intervalle fondamental et noté les relèvements du 0 correspondants; les résultats obtenus ont été les suivants :

			Relèvement. du 0°.	Augmentation de l'intervalle fondamental.
Après recuit	4 heures	à 445°	9°,74	0°,31
»	72	»	18,62	0,54
»	1035	»	26,22	0,80

» L'intervalle fondamental a donc augmenté de 0°, 80 pour un relèvement de 26°, 22 (¹).

» Mais l'étude de calibrage nous ayant montré ci-dessus, au même degré de recuit, une diminution de capacité égale à 0°, 43, il reste 0°, 37 s'expliquant par le changement du coefficient de dilatation de l'enveloppe.

» Enfin, pour compléter cette étude, j'ai mesuré à quatre reprises différentes la longueur des intervalles 500-400° et 100-0°.

(¹) Une série d'expériences portant sur cinq thermomètres en verre vert m'a donné, pour l'intervalle fondamental, une augmentation moyenne de 0°, 0283 par degré de relèvement.

» Ces mensurations étaient faites aux mêmes époques que les vérifications d'intervalle fondamental.

» Le thermomètre étant fixé sur le banc d'une machine à diviser dont le chariot porte un microscope à fil, les intervalles 500-400°, 100-0° étaient mesurés à l'aide de la vis; les lectures étaient recommencées quatre fois et la moyenne adoptée comme longueur définitive.

» Le Tableau ci-après donne en millièmes de degré les différences de longueur constatées après chaque changement d'observation :

	Avant recuit.	500-400.	100-0.
⋆ 0 monté de	9°,84	−0°,002	−0°,045
0 »	18,62	+0,002	−0,100
0 »	26,22	−0,003	−0,150

Comme on le voit, la longueur de l'intervalle 500-400° n'a pas varié de manière sensible, mais, par contre, il résulte de ces nombres que la longueur de la tige entre 0° et 100° a diminué notablement, le raccourcissement atteignant 0°,15 pour un relèvement de 26°,22.

» A cette variation linéaire doit correspondre un changement de volume égal à $0°,15 \times 3 = 0°,45$, valeur bien identique à celle donnée par l'étude de calibrage (0°,43).

» J'ajouterai que cette concordance existe aussi pour les observations intermédiaires, en effet :

» Au relèvement de 9°,74 doit correspondre, pour l'intervalle 0-100°, un changement proportionnel de calibre égal à 0°,15;

» Au relèvement de 18°,42 doit correspondre, pour l'intervalle 0-100°, un changement proportionnel de calibre égal à 0°,29.

Or, en utilisant les observations ci-dessus ⋆, on trouverait comme variation de calibre :

Pour le relèvement de	9°,74	$0,045 \times 3 = 0,135$
»	18°,62	$0,100 \times 3 = 0,300$

L'identité des résultats montre que le raccourcissement de la tige a été constamment proportionnel à sa diminution de capacité.

» *Conclusions.* — 1° Si l'on considère un thermomètre chauffé uniformément dans toutes ses parties, la capacité de la tige diminue dans la même proportion que le volume du réservoir;

» 2° A la diminution de capacité du canal thermométrique correspond un raccourcissement proportionnel dans la longueur de la tige;

» 3° En adoptant, d'après M. Benoît, 0,000021552 pour coefficient de

dilatation cubique du verre vert, il devient environ 0,00002096 après un recuit ayant monté le zéro de 26°,2. »

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Sur les systèmes de dimensions d'unités électriques.* Note de M. E. **Mercadier**, présentée par M. Cornu.

« Après avoir montré (voir *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 800 et 872) comment on peut constituer des systèmes d'expressions en dimensions des grandeurs électriques ne présentant rien d'arbitraire, et renfermant les coefficients k, k', a, λ des lois de Coulomb, d'Ampère et de Laplace, il est aisé de voir comment on peut en déduire un système rationnel et cohérent d'*unités* pour ces grandeurs en satisfaisant à cette double condition pratique : 1° simplifier les calculs en supprimant le plus possible de coefficients; 2° rendre la réalisation pratique des unités aussi simple et précise que possible.

» Il faut donc choisir *d'abord* le système rationnel de dimensions qui permettra d'atteindre ce résultat.

» Le système Coulomb, où les grandeurs sont exprimées en fonction de k, doit être écarté tout de suite, car il est inadmissible de supprimer ce coefficient en le considérant comme numérique, puisqu'il varie avec tous les diélectriques.

» Restent les systèmes simples Ampère et Laplace, où les grandeurs sont exprimées en fonction des coefficients a, λ, k'. Or, ces coefficients ne paraissent pas présenter, à beaucoup près, le même degré de variabilité que k. En effet, nous avons démontré expérimentalement, M. Vaschy et moi (*Comptes rendus*, 8 et 22 janvier 1883), qu'en passant de l'air dans des milieux tels que l'huile, la glycérine, la benzine, le pétrole, tandis que le coefficient k y varie du simple au double, a et k' n'y varient pas de $\frac{1}{300}$, et il doit en être de même de λ, d'après la relation générale $\lambda^2 = ak'$.

» Par suite, l'hypothèse que a, λ, k' sont des coefficients numériques, *n'étant pas en contradiction avec l'expérience*, pourrait être admise au moins provisoirement et sous toutes réserves au sujet des dimensions réelles de ces coefficients.

» De là la justification de l'emploi du système Laplace pour l'expression en dimensions des grandeurs électriques. En considérant, en effet, dans les formules de ce système, λ et k', non seulement comme des nombres, mais comme égaux à l'unité, on obtient précisément le système *arbitraire* de dimensions dit *électromagnétique*.

» On voit d'ailleurs qu'on pourrait en établir beaucoup d'autres analogues, les valeurs numériques arbitraires qu'on peut donner à λ et k' n'étant assujetties qu'à satisfaire à la relation $\lambda^2 = ak'$.

» On aurait pu se servir également du système Ampère comme point de départ, d'autant plus qu'il ne renferme qu'un seul coefficient, a, au lieu de deux ; mais l'emploi si général, si simple et si précis des galvanomètres et des instruments électromagnétiques proprement dits, semble devoir faire préférer le système Laplace et le système *électromagnétique* qui en dérive, et dont l'usage ne présente pas d'inconvénients graves, à la condition de ne pas oublier le degré d'arbitraire qu'il comporte.

» Ce système admis, on en déduit pour les grandeurs électriques le système d'*unités* bien connu, qui satisfait aux conditions ci-dessus indiquées, eu égard à l'état actuel de la Science.

» Sans examiner la manière dont on établit ce système cohérent d'*unités,* je voudrais présenter quelques observations sur ce qu'on appelle, depuis Maxwell, les relations entre *les deux systèmes d'unités,* ou, plus exactement, de *dimensions d'unités* électriques.

» Ces relations se résument ainsi : *En prenant les rapports des expressions d'une même grandeur électrique dans le système dit* ÉLECTROSTATIQUE, *et dans le système dit* ÉLECTROMAGNÉTIQUE, *on obtient une quantité de la forme* $(LT^{-1})^{\alpha}$, *α étant positif ou négatif, égal à* 0, 1 *ou* 2, *c'est-à-dire une certaine puissance d'une vitesse.*

» Cette vitesse, qui est devenue l'un des éléments caractéristiques de la théorie de l'électricité, apparaît ainsi, on peut le dire, comme par hasard et de la façon la plus singulière, car enfin elle provient du rapport d'expressions *simplifiées* préalablement d'une façon *arbitraire,* en y faisant *a priori* les coefficients des lois de Coulomb et de Laplace égaux à l'unité.

» Si, au contraire, on n'opère pas ces simplifications arbitraires, si on laisse dans les expressions en dimensions des grandeurs électriques les coefficients k, k', λ, a des lois générales, la vitesse en question apparaît d'une façon rationnelle et nécessaire.

» En effet, considérons seulement l'une des grandeurs électriques, la quantité d'électricité Q (les raisonnements subséquents seraient les mêmes pour les autres). En l'exprimant dans les systèmes Coulomb et Laplace, d'où dérivent les systèmes dits *électrostatique* et *électromagnétique,* on a (voir *Comptes rendus,* t. CXVI, p. 873), pour les expressions en dimen-

sions de l'*unité* de quantité :

$$Q_k = \frac{1}{\sqrt{K}} M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{3}{2}} T^{-1}, \qquad Q_\lambda = \frac{\sqrt{K'}}{\Lambda} M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{1}{2}}.$$

Il en résulte

$$(1) \qquad \frac{Q_k}{Q_\lambda} = \frac{\Lambda}{\sqrt{KK'}} LT^{-1}.$$

» Or j'ai démontré précédemment (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 802) que $\frac{\Lambda}{\sqrt{KK'}}$ est nécessairement l'inverse d'une vitesse, et cela par de simples considérations d'homogénéité, indépendantes de la nature physique des coefficients λ, k et k' (dont Λ, K et K' représentent les *unités*). De sorte que $\frac{Q_k}{Q_\lambda}$ est égal à 1, et non pas à une vitesse; et cela *doit être* ainsi, l'unité de quantité d'électricité (comme celle de toutes les grandeurs possibles) ne pouvant avoir au fond qu'une seule définition en dimensions.

» Mais, en même temps, on voit bien, par la relation (1), que si l'on trouve ordinairement et si l'on dit que le rapport ci-dessus représente une vitesse LT^{-1}, c'est parce qu'en faisant *au préalable* et *arbitrairement* $k = 1$, $k' = 1$, $\lambda = 1$ dans les lois de Coulomb et de Laplace, *on a précisément réduit arbitrairement à l'unité* l'inverse d'une vitesse $\frac{\Lambda}{\sqrt{KK'}}$, qu'on n'a pas le droit de supprimer *a priori*.

» On voit ainsi clairement, à ce qu'il me semble, comment et de quelle manière, en quelque sorte *artificielle*, le rapport des unités de quantité dites *électrostatique* et *électromagnétique* se trouve représenter une vitesse.

» On voit aussi que la vitesse représentée par $\frac{\sqrt{KK'}}{\Lambda}$ est la même que celle dont il s'agit dans les relations entre les deux systèmes d'unités considérés depuis Maxwell; mais, sous cette forme, elle apparaît d'une manière qu'on est en droit d'appeler rationnelle; car les coefficients k, k', λ caractérisent précisément l'influence du milieu sur les actions électromagnétiques, et il paraît très logique et très naturel qu'une certaine fonction de ces coefficients puisse représenter une vitesse, comme, par exemple, celle de la propagation dans ce milieu d'un mouvement électromagnétique; de même qu'une certaine fonction $\sqrt{\frac{q}{\delta}}$ du coefficient d'élasticité et de la densité d'un

milieu représente la vitesse d'un mouvement vibratoire qui s'y propage.

» On ne peut s'empêcher de remarquer, à ce propos, combien il est étrange que Maxwell, qui a consacré un si bel ouvrage à exprimer mathématiquement et à développer les conceptions de Faraday sur la nature des actions électriques, conceptions où *le rôle du milieu* est prédominant et fondamental, ait en même temps et dans le même ouvrage, quand il s'est agi d'établir systématiquement un ensemble d'unités pour calculer numériquement les phénomènes, supprimé *a priori*, dans les formules de dimensions de ces unités, les coefficients qui caractérisent précisément *l'influence du milieu*. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'influence de l'aimantation longitudinale sur la force électromotrice d'un couple fer-cuivre*. Note de M. **Chassagny**, présentée par M. Mascart.

« Cette influence a été signalée par Sir W. Thomson en 1856. J'ai repris à ce sujet des expériences commencées autrefois avec M. Abraham. Voici le principe des appareils qui m'ont servi :

» Deux couples identiques fer-cuivre A et B dont les soudures sont maintenues à 0° et 100° sont mis en opposition. Leur circuit comprend un galvanomètre sensible G. Le fil de fer du couple A est placé tout entier suivant l'axe d'une spire régulière assez longue pour produire un champ intérieur uniforme. Quand aucun courant ne passe dans cette spire, le galvanomètre G n'indique aucune déviation. Les forces électromotrices des deux couples se compensent exactement; leur valeur commune est

$$E_0^{100} = 1093,2 \text{ microvolts.}$$

Si la spire est traversée par un courant, le fil de fer du couple A s'aimante longitudinalement, et l'aiguille du galvanomètre G prend une déviation permanente résultant d'une variation e de la force électromotrice du couple A. Cette déviation cesse en même temps que l'aimantation.

» Je me suis proposé de déterminer la variation de e avec l'intensité du champ magnétique.

» Les valeurs de e ont été déterminées par les procédés qui ont fait l'objet de publications antérieures [1]. Celles du champ magnétique, dé-

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, novembre 1892.

duites des constantes de la spire et de l'intensité du courant qui la traversait, ont été contrôlées par la mesure de la rotation magnétique du plan de polarisation à travers une colonne de sulfure de carbone.

» Voici les résultats de cette étude :

» 1° L'aimantation longitudinale du fer détermine toujours une *augmentation* de la force électromotrice du couple fer-cuivre.

» 2° Cette augmentation est indépendante du sens de l'aimantation.

» 3° Pour des champs croissants, e, d'abord sensiblement proportionnel à l'intensité du champ, atteint, pour un champ de 55 (C.G.S.), un maximum qui est de 6,1 microvolts, et décroît ensuite lentement. Sa valeur est de 3,2 microvolts pour un champ de 200 (C.G.S.).

» La mesure précise d'aussi faibles forces électromotrices a nécessité des précautions spéciales. Dans le dispositif employé, une variation de 1 microvolt dans la force électromotrice du couple A se traduisait par un déplacement de 2^{mm} de l'image lumineuse sur l'échelle du galvanomètre. Cinq séries d'expériences ont donné des résultats entièrement concordants. Les différences de déterminations analogues restent au-dessous de 0,3 microvolt.

» A ce degré de précision, en portant en abscisses les valeurs du champ, en ordonnées les valeurs trouvées pour e, celles-ci peuvent très bien se représenter dans la limite des expériences par une parabole d'axe incliné et que les nombres donnés plus haut suffisent d'ailleurs à déterminer. »

OPTIQUE. — *Phénomènes optiques présentés par le bois secondaire en coupes minces*. Note de M. **Constant Houlbert** [1], présentée par M. Cornu.

« Si l'on examine au microscope une coupe tangentielle très mince, on remarque que les parois des fibres sont disposées longitudinalement les unes à côté des autres à des distances variables selon les espèces.

» L'ensemble de ces parois opaques, alternant avec les vides produits par l'intérieur des fibres, constitue un système de lignes qui rappelle plus ou moins exactement ce qu'on désigne en Optique sous le nom de *réseaux*.

---

[1] Ce Travail a été fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

» Étant donnée cette constitution des coupes tangentielles, on pouvait prévoir que l'observation d'une fente lumineuse étroite, à travers une semblable préparation, produirait d'intéressants phénomènes de diffraction.

» C'est dans le but de vérifier ces prévisions théoriques que j'ai institué quelques expériences qui m'ont donné les résultats suivants.

» Une coupe tangentielle très mince de *Sideroxylon laurifolium*, examinée dans des conditions favorables, de façon que l'axe des fibres soit sensiblement parallèle à celui de la fente, m'a montré que :

» 1° La fente lumineuse apparaît très brillante avec ses dimensions réelles;

» 2° De chaque côté de la fente médiane, on distingue une suite de franges brillantes et de spectres plus ou moins étalés, possédant tous le violet du côté de la frange centrale. La séparation des couleurs, dans les images voisines de la fente, n'a pas lieu à cause de leurs faibles dimensions. Toutes ces images sont séparées les unes des autres par des raies ou des bandes obscures, et l'on reconnaît là, d'une façon très nette, toutes les particularités qui caractérisent les *réseaux*.

» Si nous considérons maintenant la formule

$$\theta = 2\delta = \frac{2n\lambda}{a+b},$$

qui résume les lois de Fraunhofer, et dans laquelle δ désigne la distance angulaire d'une image de diffraction à l'image centrale, on verra immédiatement que, si nous parvenons à mesurer la déviation $\theta = 2\delta$ de deux spectres symétriques n, et que si, d'autre part, nous choisissons une valeur de λ correspondant à une couleur donnée, il sera possible de déterminer $a + b$, *élément du réseau*, qui correspond, dans ce cas, à très peu de chose près, aux dimensions moyennes des fibres.

» On a donc ainsi *un moyen de trouver par le calcul les dimensions absolues des éléments du bois, et, par conséquent, de contrôler les observations directes fournies par le microscope*.

» Toutefois, la disposition des fibres, leur allure légèrement oblique, la présence fréquente de cloisons transversales sont autant de causes qui s'opposent à la généralité du phénomène dans les différentes espèces de bois; de plus, les différences, quelquefois très grandes, qui existent entre l'épaisseur des parois opaques et les vides produits par la section des lumens, comptent aussi parmi les causes qui viennent affaiblir l'éclat des

images; on se trouve alors plus spécialement en présence des réseaux dits *irréguliers*, lesquels ont été également bien étudiés par Fraunhofer.

» Enfin, je dois dire que, dans plusieurs circonstances, il m'a semblé voir des *franges d'interférences* très brillantes se superposer aux premières images des spectres; ces franges me paraissent se produire quand il existe une différence très grande entre les dimensions des vides et celles des parois opaques; ces dernières agiraient alors à la façon des écrans linéaires dans les expériences ordinaires de la diffraction.

» Tous les phénomènes produits par les coupes tangentielles peuvent aussi s'observer avec les coupes *radiales;* dans ces conditions, ils sont même souvent beaucoup plus brillants et beaucoup plus réguliers.

» Les coupes *transversales,* dans certaines circonstances favorables, présentent des phénomènes de *couronnes* ou d'*arcs colorés* très remarquables ; mais, au lieu d'employer une fente, on les observera d'une façon beaucoup plus nette à travers une petite ouverture circulaire.

» Voici maintenant une liste des espèces ligneuses qui m'ont présenté les images les plus brillantes, soit de spectres, soit de couronnes.

Coupes transversales. (Couronnes ou arcs colorés).	Coupes tangentielles. (Spectres).	Coupes radiales. (Spectres).
Hippomane Mancinella.	*Evonymus europæus.*	*Juglans regia.*
Sideroxylon laurifolium.	*Tilia platyphylla.*	*Fraxinus excelsior.*
Juglans regia.	*Juglans regia.*	*Ilex aquifolium.*
Ricinus integrifolia.	*Rhododendron arboreum.*	*Amyris* (indéterm.)
Sassafras officinarum.	*Syringa vulgaris.*	*Holoptelea integrifolia.*
Drymis Winteri.	*Calluna vulgaris.*	*Platanus occidentalis.*
Pavia intermedia.	*Arbutus Unedo.*	Etc.
Rhamnus frangula.	*Tamarix gallica.*	
Etc.	Etc.	

» Je pense, d'ailleurs, qu'on peut observer ces phénomènes avec toutes les espèces de bois qui ne possèdent pas une structure trop grossière, quand la préparation sera suffisamment mince [1].

» Mes coupes tangentielles et radiales pourraient servir à construire un instrument analogue à l'*ériomètre* imaginé par Young; avec les coupes transversales on se rapprocherait plutôt du *stéphanomètre* de Delezenne.

---

[1] Mes coupes sont montées entre deux lames de verre, dans une solution de baume de Canada, dont l'indice de réfraction est, comme on le sait, très voisin de celui du verre.

» En résumé, les principaux résultats de ces observations sont les suivants :

» 1° Le bois secondaire en coupes minces longitudinales peut produire une dispersion remarquable de la lumière analogue à celle des réseaux;

» 2° Les déviations de deux raies symétriques ($\theta = 2\delta$) dans une lumière monochromatique, dont la longueur d'onde est connue, permettront de calculer les dimensions absolues des éléments ligneux;

» 3° Les coupes transversales du bois présentent des phénomènes de couronnes ou d'arcs colorés d'apparences très variées;

» 4° Enfin, dans certains cas, des franges d'interférences très brillantes et très étroites paraissent se superposer aux franges de diffraction. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Décomposition de l'acide oxalique par les sels ferriques sous l'influence de la chaleur.* Note de M. **Georges Lemoine.** (Extrait par l'auteur.)

« A la décomposition des mélanges de chlorure ferrique et d'acide oxalique réalisée à froid par la lumière (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 936, 992 et 1124), correspond une décomposition semblable par la chaleur. Elle se mesure d'après le gaz dégagé :

$$Fe^2Cl^3 + C^2O^3, HO = 2FeCl + HCl + C^2O^4.$$

» *Mélange en proportions équivalentes* ($Fe^2Cl^3 + C^2O^3$, HO). — La réaction est lente à 100°, rapide en tubes scellés à 120°, insignifiante vers 40°-50° : à la température ordinaire après *six ans*, on a seulement 0,019 de la masse décomposée; en *cent ans*, on n'aurait que 0,27. C'est, comme pour l'éthérification, un exemple d'un *système chimique se dirigeant très lentement à froid vers son état stable,* qui serait ici la décomposition complète. On peut, avec une seule donnée, calculer toute une série d'observations : en effet, d'après l'expérience, la *vitesse de la réaction,* en appelant y la quantité décomposée, p la quantité décomposable, t le temps, est

$$\frac{d\frac{y}{p}}{dt} = k\left(1 - \frac{y}{p}\right) \qquad \text{d'où} \qquad \log\left(1 - \frac{y}{p}\right) = -0{,}434\,kt.$$

» A 100°, l'expérience donne $k = 0{,}16$; aux autres températures θ :

$$\log k = -20{,}615 \times \frac{114{,}19 - \theta}{273 + \theta},$$

» L'eau accélère la décomposition. Si Δ est la dilution par rapport au mélange des liquides normaux ($Fe^2Cl^3 + C^2O^3, HO = 2^{\text{lit}}$), de sorte que $\Delta = 10$ pour le mélange des liquides $\frac{1}{10}$ normaux, le rapport γ entre les vitesses initiales k à 100° est, d'après l'expérience,

$$\frac{d\gamma}{d\Delta} = \frac{0,6232}{\Delta + 0,01}, \qquad \text{d'où} \qquad \gamma = 0,9938 + 1,435 \log(\Delta + 0,01).$$

» Cette influence de la dilution diminue un peu avec la température :

	$\Delta = 1.$	$\Delta = 2.$	$\Delta = 4.$	$\Delta = 10.$
A 100°, rapport γ de k à k de ($Fe^2Cl^3 + C^2O^3, HO = 2^{\text{lit.}}$)....	1	1,435	1,86	2,62
A 66°, Idem	1	1,35	1,61	2,03

» *Mélanges à excès d'acide oxalique* ($Fe^2Cl^3 + nC^2O^3, HO$). — Un petit excès ($Fe^2Cl^3 + 2C^2O^3, HO$) accélère la réaction : un très grand excès la ralentit.

» *Mélanges à excès de chlorure ferrique* ($n\,Fe^2Cl^3 + C^2O^3, HO$). — Le ralentissement est très accentué à mesure que le chlorure ferrique augmente.

» *Influence des corps poreux* (platine ou coton de verre). — Elle est insensible.

» *Mélanges de sulfate ferrique et d'acide oxalique* ($Fe^2O^3, 3SO^3 + C^2O^3, HO$). — La réaction est analogue à celle du chlorure, quoique un peu moins rapide. L'accélération produite par l'eau est beaucoup moindre.

» *Oxalate ferrique seul.* — Ce sel, évaporé dans le vide, est ($Fe^2O^3, 3C^2O^3 + 4HO$). Sa dissolution, chauffée à 100°, ne reste pas homogène, car il se dépose de l'oxalate ferreux insoluble ($FeO, C^2O^3 + 2HO$). On a

$$Fe^2O^3, 3C^2O^3 = 2(FeO, C^2O^3) + CO^2.$$

» La vitesse de la réaction est, d'après l'expérience,

$$\frac{d\frac{y}{p}}{dt} = \alpha\left(1 - \frac{y}{p}\right)^n = 0,47\left(1 - \frac{y}{p}\right)^{4,4} \quad \text{à } 100°.$$

» On voit que la vitesse initiale (0,47) est beaucoup plus grande que celle (0,16) des mélanges de chlorure ferrique et d'acide oxalique. Si, à l'oxalate ferrique, on ajoute HCl, la vitesse de décomposition se rapproche progressivement de celle de ($Fe^2Cl^3 + 3C^2O^3, HO$), équivalent à ($Fe^2O^3, 3C^2O^3 + 3HCl$). Avec un grand excès de HCl, la réaction est presque arrêtée.

» Un excès d'eau accélère peu la décomposition de l'oxalate ferrique. Un excès d'acide oxalique la ralentit.

» *Interprétation des résultats.* — Ces phénomènes dépendent de la décomposition des sels ferriques par l'eau, établie par MM. Debray, Berthelot, Wiedemann, Krecke et étudiée en vue des expériences actuelles dans mes déterminations de Thermochimie (*Comptes rendus*, 24 avril 1893).

» I. Une dissolution d'oxalate ferrique, chauffée à 100°, éprouve de la part de l'eau une petite décomposition : Fe^2O^3 momentanément soluble, mis en liberté, est réduit par l'acide oxalique et donne CO^2. S'il y a un excès d'acide oxalique, il entrave la décomposition du sel ferrique par l'eau et, par suite, la réaction finale produisant CO^2.

» II. Dans un mélange d'acide oxalique et de chlorure ferrique ($Fe^2Cl^3 + C^2O^3, HO$), l'acide oxalique prend la plus grande partie de l'oxyde ferrique : on a donc, à peu près,

$$\tfrac{1}{3}(Fe^2O^3, 3C^2O^3) + \tfrac{2}{3}Fe^2Cl^3 + \tfrac{1}{3}HCl.$$

» L'eau, à 100°, décompose l'oxalate ferrique, mais surtout le chlorure ferrique, et celui-ci d'autant plus que la dilution est plus grande. Dans les dissolutions concentrées, HCl reprend en partie Fe^2O^3 mis en liberté par la décomposition de l'oxalate ferrique : on aura donc, dans un temps donné, un dégagement de CO^2 beaucoup moindre qu'avec l'oxalate ferrique seul. En ajoutant un grand excès d'acide chlorhydrique, il tend, de plus en plus, à prendre Fe^2O^3 et la réaction est entravée. Dans les dissolutions très diluées, le chlorure ferrique est décomposé en très forte proportion : HCl ne tend presque plus à se combiner à Fe^2O^3 et alors l'oxalate ferrique se décompose presque comme s'il était seul; aussi la vitesse initiale de la réaction pour ($Fe^2Cl^3 + C^2O^3, HO = 20^{lit}$) devient presque la même que pour ($Fe^2O^3, 3C^2O^3$) : 0,42 au lieu de 0,47.

» L'altération considérable du chlorure ferrique par l'eau est donc comme le pivot de toutes ces réactions [1]. Elle est moindre pour le sulfate ferrique; aussi dans l'action de ce sel sur l'acide oxalique, l'influence de la dilution est beaucoup moindre.

» M. Calvet et M. Ferrières m'ont prêté, dans ces recherches, leur meilleur concours : je les prie de recevoir tous mes remercîments. »

---

[1] La loi de la vitesse pour ($Fe^2Cl^2 + C^2O^3, HO$) résulte de ce que, au point de vue de la dilution, la situation change constamment avec les progrès de la réaction. Quand la moitié de la masse est décomposée, il y a moitié seulement de Fe^2Cl^3 subsistant, et le volume total de liquide étant le même, ce chlorure est deux fois plus dilué. La vitesse de la réaction va donc augmenter en raison de cette dilution, proportionnellement à $\left(\frac{1}{1-\frac{y}{p}}\right)$ ou plutôt à une fonction telle que $\left(\frac{1}{1-\frac{y}{p}}\right)^z$. Donc, si

CHIMIE MINÉRALE. — *Contribution à l'etude de la pile Leclanché.* Note de M. A. **Ditte**, présentée par M. Troost.

« Nous avons vu (*Comptes rendus,* t. CXVI, p. 812) ce qui se passe dans une pile montée avec du sel marin; quand on remplace celui-ci par une dissolution de sel ammoniac, non seulement le zinc peut encore décomposer la liqueur en s'oxydant, mais en outre l'oxyde formé peut réagir sur le chlorure alcalin. Une lame de zinc plongée dans une solution de sel ammoniac la décompose à froid d'autant plus vite qu'elle est plus concentrée; il se dégage de l'hydrogène, et en même temps il se forme des composés qui renferment les éléments de l'oxyde de zinc et du sel ammoniac dans des proportions qui varient avec le degré de concentration des liqueurs; ces combinaisons, que l'eau pure décompose, sont solubles dans l'eau chargée de chlorure d'ammonium et se déposent en cristaux quand les liquides, au sein desquelles elles se produisent, arrivent à en être saturés.

» Si nous envisageons un système zinc-platine immergé dans une dissolution à 10 pour 100, par exemple, de chlorhydrate d'ammoniaque, une force électromotrice prend naissance au contact du liquide et des métaux et elle donne lieu à un courant capable d'électrolyser le chlorure dissous; la séparation de celui-ci en ammoniaque dissoute, hydrogène et chlore gazeux absorberait $2(21,0 - 72,7) = -103,4$ calories; la formation du chlorure de zinc dissous en dégage $+112,8$; donc, même en laissant de côté les réactions secondaires qui s'effectuent avec dégagement de chaleur,

---

l'on avait, avec l'oxalate ferrique seul,

$$\frac{d\frac{y}{p}}{dt} = \alpha\left(1 - \frac{y}{p}\right)^n,$$

on aura, avec ($Fe^2Cl^3 + C^2O^3HO$) (h étant une constante),

$$\frac{d\frac{y}{p}}{dt} = \frac{\alpha\left(1 - \frac{y}{p}\right)^n}{h\left(1 - \frac{y}{p}\right)^z} = \frac{\alpha}{h}\left(1 - \frac{y}{p}\right)^{n-z}.$$

L'expérience montre que cette expression se réduit à la forme $K\left(1 - \frac{y}{p}\right)$.

l'électrolyse du sel ammoniac dans les conditions de notre expérience, est exothermique et le courant qui la produit n'a besoin d'emprunter le concours d'aucune énergie extérieure. D'un autre côté la densité d'une solution de sel ammoniac au dixième est 1,031 et l'introduction de gaz ammoniac qui s'y dissout la diminue, tandis que l'introduction de chlorure de zinc la rend plus grande. Il en résulte que l'ammoniaque mise en liberté par l'électrolyse, auprès de la lame de platine, tend à monter le long de cette lame vers les parties supérieures du liquide, tandis que le chlorure de zinc formé auprès du barreau tend à descendre le long de ce barreau, dans la région inférieure du vase. On constate, en effet, que les portions de la liqueur voisines de la surface deviennent rapidement ammoniacales.

» L'ammoniaque rencontrant du chlorure de zinc, au voisinage du barreau, ne peut plus, comme le faisait la soude, donner lieu à un dépôt d'oxyde de zinc, celui-ci étant soluble à la fois dans l'ammoniaque et dans son chlorure; il ne se formera donc plus ni gaine d'oxyde autour du barreau de zinc, ni cloison transversale à l'intérieur du liquide; la diffusion pourra se faire librement dans toutes les parties de la liqueur et celle-ci contiendra partout, à la fois de l'ammoniaque et du chlorure de zinc; mais elle n'en sera pas pour cela plus homogène, les portions supérieures seront bien plus chargées d'ammoniaque que les autres, qui, de leur côté, seront beaucoup plus riches en chlorure de zinc.

» On accélère les réactions, comme dans le cas de la pile au sel marin, en diminuant la longueur, par conséquent la résistance, de la couche liquide que le courant doit traverser, et l'on obtient ce résultat en substituant à la lame de platine, soit un vase poreux plein du mélange usuel de coke et de bioxyde de manganèse, soit un aggloméré; il suffit d'une heure de fonctionnement de l'appareil pour que la partie supérieure du liquide se montre fortement ammoniacale; au bout de six à huit jours, elle est saturée du composé $2(AzH^4Cl), 4ZnO, 9H^2O$, qui peut seul se former dans le sel ammoniac à 10 pour 100, et dès lors celui-ci se sépare; il se dépose en petits cristaux transparents, souvent fort nets, tant sur le barreau de zinc que sur l'autre électrode et sur les parois du vase extérieur. Si l'on prolonge l'expérience, comme l'oxyde de zinc formé va sans cesse en augmentant, tandis que le sel ammoniac diminue, il arrive un moment où l'oxyde est en proportion telle qu'il ne peut plus se dissoudre en totalité dans ce qui reste de chlorure d'ammonium non décomposé; il se dépose alors à son tour, et l'enduit épais, mou, peu adhérent qui, dans ces conditions, se produit sur le zinc et sur les parois, est un mélange à proportions variables

du composé $2(AzH^4Cl)$, $4ZnO$, $9H^2O$ avec de l'oxyde de zinc hydraté.

» Lorsqu'au lieu d'une dissolution au dixième, on fait usage pour monter la pile d'une liqueur renfermant au moins quinze centièmes de chlorhydrate d'ammoniaque, les choses se passent d'une manière tout à fait analogue, avec cette différence que le composé qui peut se former dans les solutions riches en chlorure alcalin contient $2(AzH^4Cl)$, ZnO; celui-ci, comme le précédent, est soluble dans la liqueur saline, et ne s'en sépare que quand elle en est saturée; il ne se dépose d'ailleurs pas en tous les points à la fois et la partie supérieure du liquide, qui est la plus riche en ammoniaque, est également celle où l'oxyde de zinc se forme le plus aisément : par suite, le composé $2(AzH^4Cl)$, ZnO s'y produit avec plus de rapidité qu'au fond du vase; il arrive donc que les couches supérieures en sont saturées les premières, et que les cristaux apparaissent d'abord dans ces couches. Pendant ce temps du chlorure de zinc descend vers le fond du vase, et n'y rencontrant que très peu d'ammoniaque libre, il y produit surtout un chlorure double d'ammonium et de zinc, qui demeure dissous et qui s'accumule dans les régions inférieures du liquide, où il forme une couche dont la densité est supérieure à celle de la solution primitive de sel ammoniac. La quantité de chlorure de zinc dissoute dans cette portion du liquide est d'autant plus grande qu'on se rapproche davantage du fond du vase, de sorte qu'on peut regarder le liquide de la pile comme formé de couches superposées dont la densité, la teneur en chlorure de zinc et la conductibilité, diminuent à mesure qu'on le considère dans des régions plus élevées; comme l'électrolyse du sel ammoniac et la dissolution du zinc, à l'état de chlorure, se font dans ces différentes couches avec d'autant plus de facilité que leur résistance est moindre, on conçoit que l'attaque du barreau de zinc ait lieu de plus en plus vite à mesure qu'on le considère en des points de plus en plus près du fond du vase, et qu'il arrive à s'effiler graduellement et à se terminer en pointe à sa partie inférieure. Sans entrer ici dans les détails de ces phénomènes, nous constaterons seulement que *leur ensemble* est le même quand la pile est montée de manière à associer au barreau de zinc une lame de platine, un vase poreux, ou un aggloméré de manganèse, en employant comme liquide des solutions de chlorhydrate d'ammoniaque à différents degrés de concentration. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les fluorures alcalino-terreux*. Note de M. **C. Poulenc**, présentée par M. Henri Moissan.

« Parmi les fluorures alcalino-terreux, les fluorures de calcium et de baryum ont été déjà l'objet de nombreux travaux; mais le fluorure de strontium n'est encore connu qu'à l'état amorphe.

» Nous nous sommes proposé d'appliquer à ce dernier composé les méthodes de préparation que nous avons précédemment décrites pour les fluorures métalliques anhydres cristallisés.

» Fluorure de strontium SrF^2. — *Action de l'acide fluorhydrique gazeux sur le chlorure de strontium.* — La décomposition du chlorure commence à froid et donne naissance au fluorure amorphe. Ce composé, chauffé successivement à 900°, puis à 1200°, ne se volatilise pas. Le contenu de la nacelle de platine présente l'aspect d'une matière transparente et cristalline mais non définie.

» En raison de son infusibilité et de sa fixité, ce composé ne peut donc être obtenu cristallisé par les méthodes que nous avons employées jusqu'ici. En conséquence, nous avons essayé de provoquer la cristallisation du fluorure amorphe par fusion dans des dissolvants appropriés.

» Sa densité est de 2,44. Insoluble dans l'eau froide, il est à peine soluble dans l'eau chaude.

» L'acide chlorhydrique bouillant le dissout entièrement alors que l'acide azotique ne l'attaque que plus difficilement. L'acide sulfurique le décompose à chaud en sulfate de strontiane et acide fluorhydrique : la solution sulfurique évaporée au bain de sable abandonne de très beaux cristaux de sulfate de strontiane anhydre. Calciné à l'air, ce fluorure est stable jusqu'à 1000°; au-dessus il se transforme partiellement en strontiane.

» L'acide chlorhydrique gazeux, passant sur le fluorure de strontium chauffé au rouge, le décompose en chlorure de strontium et acide fluorhydrique. La vapeur d'eau et l'acide sulfhydrique sont sans action à cette température.

» Les carbonates alcalins fondus le transforment en carbonate de strontium et fluorure alcalin.

» Fluorure de baryum. — Ce composé a été obtenu à l'état cristallisé par MM. Scheerer et Drechsel (¹), ensuite par M. Moissan (²). Nous avons

(¹) Scheerer et Drechsel, *J. für praktische Chemie*, 2ᵉ série, t. VII, p. 63.
(²) Henri Moissan, *Bull. de la Soc. chimique*, t. V, p. 152.

réussi à le préparer comme le fluorure de strontium par l'action d'un mélange de fluorhydrate de fluorure de potassium et de chlorure de potassium sur le fluorure amorphe.

» Dans ces conditions, il se forme de beaux octaèdres isolés ou en chapelets, si le refroidissement n'a pas été assez lent.

» C'est une seconde application du procédé que nous avons énoncé précédemment; l'action des chlorures alcalins ne donne plus ici, comme dans le cas du strontium, le fluorure isolé. Le chlorure de baryum, provenant de la décomposition partielle du fluorure amorphe, s'unit au fluorure non décomposé pour former des fluochlorures dont la forme cristalline varie avec les proportions de chlorures employées.

» Fluorure de calcium. — Ce fluorure a été reproduit à l'état cristallisé par MM. de Senarmont ([1]), Becquerel ([2]), Scheerer et Drechsel, et enfin par M. Moissan.

» *Action des chlorures alcalins sur le fluorure de strontium amorphe.* — Nous basant sur l'expérience de Scheerer et Drechsel ([3]) qui ont obtenu le fluorure de calcium cristallisé en octaèdres par fusion du fluorure amorphe avec les chlorures alcalins, nous avons fait réagir successivement des quantités variables de chlorures alcalins sur une quantité donnée de fluorure amorphe de strontium. Il se fait dans tous les cas du fluorure de strontium qui cristallise en octaèdres. Mais il y a toujours décomposition partielle du fluorure amorphe par les chlorures : décomposition qui paraît être fonction de la quantité de chlorures employés.

» *Action du fluorhydrate de fluorure de potassium sur le fluorure de strontium amorphe.* — Afin d'éviter cette décomposition partielle, nous avons eu recours, comme fondant, au fluorhydrate de fluorure de potassium. Après refroidissement complet et lavages à l'eau chaude, il reste une masse cristallisée, mais moins bien définie que dans le cas précédent. La présence des chlorures facilite donc la cristallisation.

» Nous avons alors entrepris une troisième série d'expériences en nous servant cette fois, comme fondant, d'un mélange à parties égales de fluorhydrate de fluorure et de chlorure de potassium.

» Dans ces conditions, on obtient le fluorure de strontium cristallisé en beaux octaèdres réguliers et transparents.

» *Action du chlorure de strontium sur le fluorhydrate de fluorure de potas-*

([1]) De Senarmont, *Synthèses minéralogiques*. Stanislas Meunier.
([2]) Becquerel, *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 1081; 1876.
([3]) Scheerer et Drechsel, *J. für praktische Chemie*, 2e série, t. VII, p. 63.

sium. — Comme nous venons de le voir dans les expériences précédentes, le fluorure de strontium ne s'unit pas au fluorure de potassium pour former un fluorure double. C'est un fait général pour les fluorures alcalino-terreux. L'action du chlorure de strontium sur le fluorhydrate de fluorure de potassium donnera donc le fluorure simple cristallisé. C'est ce que l'expérience vérifie.

» Ce procédé est intéressant en ce sens qu'il permet d'arriver au fluorure de strontium cristallisé, en partant d'un composé plus facile à se procurer que le fluorure de strontium amorphe.

» *Propriétés*. — Il cristallise en octaèdres réguliers, transparents et parfois isolés; mais le plus souvent il se présente sous l'aspect de files d'octaèdres emboîtés les uns dans les autres et ramifiés suivant la position des axes quaternaires du cube. Cette forme, très fréquente dans le système cubique, provient d'un refroidissement trop brusque dans la cristallisation ([1]).

» Nous ne signalerons que l'action d'un mélange de fluorhydrate de fluorure et de chlorure de potassium sur le fluorure amorphe, comme ayant donné lieu à un résultat intéressant et nouveau; alors que la fusion du fluorure amorphe avec les chlorures alcalins donne naissance à des octaèdres de fluorure de calcium, on obtient, dans le cas présent, de très beaux cubes de fluorine présentant les anomalies optiques de certaines fluorines naturelles.

» *Conclusions*. — Nous avons établi deux procédés nouveaux qui permettent d'obtenir les fluorures alcalino-terreux anhydres et cristallisés.

» Le premier, par l'action d'un mélange de fluorhydrate de fluorure et de chlorure potassiques sur le fluorure amorphe.

» Le second, par l'action du chlorure sur le fluorhydrate de fluorure de potassium ([2]) ».

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'acide phosphorique.* Note de MM. **A. Villiers** et **Fr. Borg**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les renseignements que l'on trouve dans les Traités d'analyse et dans les nombreux Mémoires qui ont été publiés sur le dosage de l'acide phosphorique par le molybdate d'ammoniaque sont fort contradictoires.

([1]) Nous sommes heureux de remercier ici M. le Professeur Lacroix, auquel nous devons cette explication et les différentes déterminations des produits de cette Note.

([2]) Ce travail a été fait au Laboratoire de M. Moissan à l'École supérieure de Pharmacie de Paris.

» D'après certains auteurs, la composition du précipité molybdique est variable, et l'on ne peut déduire par une pesée directe de ce précipité le poids d'acide phosphorique contenu dans l'essai. On doit donc le dissoudre dans l'ammoniaque et précipiter la liqueur ammoniacale par la mixture magnésienne, de manière à former du phosphate ammoniaco-magnésien. Suivant d'autres, la composition du précipité est constante et ce dernier peut être pesé directement.

» Nous avons essayé de préciser les conditions dans lesquelles on doit se placer pour obtenir des résultats exacts.

» Nous avons fait usage du réactif de Sonnenschein et de Eggertz, préparé en dissolvant 150^{gr} de molybdate d'ammoniaque dans de l'eau tiède, complétant un litre avec de l'eau froide, et versant cette liqueur dans un litre d'acide azotique de densité 1,2.

» 1° Supposons d'abord l'absence complète de l'*alumine* et du *fer* : on ajoute un excès de réactif, environ 100^{cc} pour $0^{gr},1$ d'acide phosphorique (PO^5). La précipitation doit être faite à froid au-dessous de 15°; le précipité formé à une température plus élevée est, en effet, très ténu et passe à travers les filtres. Il est bon aussi, pour que le précipité se dépose rapidement et se lave avec facilité, de ne pas mélanger de suite le réactif avec la liqueur, mais de faire couler le premier avec précaution sur les parois du vase renfermant la liqueur, et de n'agiter le mélange qu'au bout de deux heures.

» Dans une solution de phosphate de soude, la précipitation est complète, à froid, après quatre heures. En présence d'un grand nombre de sels, la précipitation est ralentie, mais elle devient complète après un contact plus prolongé à froid, ou après quatre heures de digestion, vers 40°. L'influence des sels de potassium est de même ordre, et dans aucun cas, contrairement à ce qui a été dit, elle ne détermine une augmentation de poids du précipité par suite d'une substitution partielle du potassium à l'ammonium. Le ralentissement produit par ces sels est même très marqué.

» Dans tous les cas, la précipitation peut être regardée comme complète, après une digestion de quatre heures, vers 40°, du mélange préparé à froid, ainsi que nous l'avons dit plus haut. On doit éviter de chauffer plus longtemps, une digestion plus prolongée ne pouvant être qu'une cause d'erreur, par suite d'une précipitation d'acide molybdique.

» Le précipité est ensuite lavé, par décantation et filtration, avec de l'eau contenant un vingtième de son volume du réactif molybdique. Le lavage ne peut être fait avec de l'eau pure, car, dans ces conditions, le précipité passerait à travers le filtre. On le dessèche ensuite avec le filtre,

pendant six heures, dans un flacon à large ouverture, que l'on a pesé en premier lieu avec le filtre vide après dessiccation, et l'on s'assure que le résultat obtenu dans une seconde pesée est identique.

» Le phosphomolybdate d'ammoniaque obtenu dans ces conditions a une composition parfaitement déterminée et répondant à la formule $PO^5.24MoO^3.3AzH^4O.3HO$.

» Une partie renferme 0,03728 d'acide phosphorique (PO^5) ([1]).

» Voici les résultats obtenus pour le dosage de l'acide phosphorique dans une solution titrée de phosphate de soude :

Après 4h à froid..............	I. 100,01; II. 99,97	au lieu de 100
Après 24h à froid.............	100,01	»
Après 2h à froid, puis 4h à 40°..	I. 99,959; II. 100,00; III. 99,95	»
Après 2h à froid, puis 24h à 40°.	100,79	»

» La même solution, en présence de 5gr d'azotate d'ammoniaque, a donné :

Après 4h à froid..............	98,52	au lieu de 100
Après 24h à froid.............	99,83	»
Après 48h à froid.............	99,97	»
Après 2h à froid, puis 4h à 40°..	99,97	»

» En présence de 0gr,1 d'azotate de potasse :

Après 4h à froid..............	I. 98,83; II. 99,30	au lieu de 100

» En présence de 1gr d'azotate de potasse :

Après 4h à froid..............	97,98	au lieu de 100
Après 24h à froid.............	99,20	»
Après 3 jours à froid..........	99,33	»
Après 4 jours à froid..........	99,58	»
Après 6 jours à froid..........	99,93	»
Après 2h à froid, puis 4h à 42°..	I. 100,03; II. 100,13	»

» En présence d'un très grand excès d'un mélange de sels de chaux, magnésie, manganèse, zinc, cuivre, plomb :

Après 4h à froid..............	99,01	au lieu de 100
Après 24h à froid.............	99,959	»
Après 2h à froid, puis 4h à 40°..	99,98	»

» Ainsi qu'on le voit, dans les conditions que nous avons définies, la précipitation de l'acide phosphorique par le molybdate d'ammoniaque constitue une excellente méthode de dosage direct de cet acide, en l'absence d'alumine et de fer, et en l'absence aussi d'acide silicique, de matières organiques telles que l'acide tartrique et des corps qui peuvent exercer une

---

([1]) Au-dessus de 100°, vers 150°, il perd son eau de cristallisation, qu'il absorbe de nouveau rapidement au contact de l'air. Du reste, on ne peut le chauffer à cette température dans un filtre sans que le papier ne commence à jaunir.

réduction de l'acide molybdique, tels que les iodures et les réducteurs divers. La précipitation sera toujours complète après 4^h de digestion à 40°, et le précipité ne renfermera pas d'excès d'acide molybdique, si cette digestion n'est pas prolongée davantage. Il est vrai que cette méthode comporte l'inconvénient qui résulte de l'emploi des filtres pesés, mais cet inconvénient est très largement compensé par le poids moléculaire très élevé du phosphomolybdate d'ammoniaque.

» 2° En présence de l'*aluminium* et du *fer*, le phosphomolybdate peut renfermer une proportion notable de ces métaux. Si le fer est abondant, sa présence dans le précipité est même indiquée par la coloration plus foncée de ce dernier. Nous avons trouvé (après 4^h à froid), dans deux mélanges contenant de grandes proportions de fer et d'alumine, 102,48 et 103,64 au lieu de 100.

» On ne peut donc ici peser le précipité directement : si on le redissout dans l'ammoniaque, et si l'on précipite la solution ammoniacale par la mixture magnésienne, ainsi qu'il est recommandé dans la plupart des Traités d'analyse, le phosphate ammoniaco-magnésien renferme encore du fer et de l'alumine, et la pesée de ce dernier ne donne pas de résultats plus exacts. Nous avons ainsi trouvé 104,37 au lieu de 100.

» On obtient au contraire des résultats très exacts, de la manière suivante : on opère la précipitation du phosphomolybdate d'ammoniaque, et le lavage, ainsi que dans le cas précédent, sans chercher à entraîner le précipité sur le filtre; puis on dissout avec de l'ammoniaque la portion contenue dans le filtre, en faisant retomber la liqueur ammoniacale sur la portion principale du précipité; enfin, après dissolution complète, on ajoute de l'acide tartrique. On peut ainsi acidifier la liqueur sans que le phosphomolybdate soit reprécipité. On alcalinise ensuite légèrement par un excès d'ammoniaque, et l'on dose l'acide phosphorique par précipitation à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, comme à l'ordinaire. Le fer et l'alumine restent ainsi complètement dissous grâce à la présence de l'acide tartrique. Nous avons obtenu dans des liqueurs renfermant de très grandes quantités de fer et d'alumine 100,04 et 100,05 au lieu de 100.

» Ce procédé permet de doser très exactement par pesée l'acide phosphorique dans le cas d'un phosphate de chaux naturel. Il peut être appliqué directement sur la solution acide du phosphate, après élimination de la silice, s'il y a lieu, et évaporation de la majeure partie de l'acide en excès [1].

---

[1] Si l'alumine et le fer sont en faibles proportions, on obtiendra, dans les essais techniques, des résultats suffisamment approximatifs en dosant l'acide phosphorique à l'état de phosphomolybdate, comme dans le cas précédent.

» On peut encore, mais d'une manière moins rigoureuse, reprécipiter le phosphomolybdate d'ammoniaque, en ajoutant de l'acide azotique dans la solution ammoniacale, d'après les indications de M. Carnot (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 106). Nous avons ainsi obtenu 100,77 et 101,09 au lieu de 100 dans des liqueurs contenant de très grandes quantités de fer et d'alumine. Ce n'est probablement qu'après plusieurs précipitations successives que l'on obtient du phosphomolybdate d'ammoniaque tout à fait pur. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le licarène dérivé du licaréol.* Note de M. **Ph. Barbier**, présentée par M. Friedel.

« Ainsi que je l'ai annoncé dans une Note antérieure ([1]), le licaréol, alcool primaire incomplet, perd de l'eau sous l'influence de l'anhydride acétique à 150° et donne un carbure auquel l'analyse et la densité de vapeur assignent la formule $C^{10}H^{16}$ et que je désignerai sous le nom de *licarène*.

» Le licarène est un liquide très mobile d'odeur agréable, bouillant entre 176°-178° sous la pression ordinaire; sa densité à 0° est égale à 0,8445. Ses indices sont

$$n_r = 1,4741, \quad \lambda_r = 645,$$
$$n_b = 1,4922, \quad \lambda_b = 452,6$$

à la température de 17°.

» Il est actif et dévie à droite, c'est-à-dire en sens inverse du licaréol générateur. Son pouvoir rotatoire à 20°, 2 est

$$\alpha_d = +\ 7°51'.$$

» Le licarène se combine au brome et donne un mélange de deux tétrabromures liquide et solide; le tétrabromure solide $C^{10}H^{16}Br^4$ fond vers 103°-104°; par oxydation, au moyen du mélange chromique, le licarène donne de l'acide terpénylique et de l'acide acétique.

» Lorsqu'on sature, par l'acide chlorhydrique gazeux et sec, une dissolution acétique de licarène, on obtient un dichlorhydrate $C^{10}H^{18}Cl^2$ sans action sur la lumière polarisée, bouillant à 155° environ, sous une pression

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 674; 1892.

de 39^{mm}, d'une densité à 0° égale à 1,0446, dont les indices sont

$$n_r = 1,4819, \quad \lambda_r = 645$$
$$n_b = 1,4948, \quad \lambda_b = 452,6$$

à la température de 15°,4.

» Le licaréol, traité directement par l'acide chlorhydrique gazeux et sec, donne également un dichlorhydrate $C^{10}H^{18}Cl^2$, liquide que j'ai reconnu être identique au dichlorhydrate de licarène par l'examen comparé de ses propriétés physiques et chimiques.

» Le licarène, soumis à l'action du chlorure de nitrosyle, donne un nitrosochlorure $C^{10}H^{16}\begin{cases}Cl\\AzO\end{cases}$ cristallisé qui, traité par la potasse alcoolique à l'ébullition, m'a fourni le nitrosolimonène ou carvoxime, fusible à 72°.

» Comme on le voit par l'ensemble de tous ces caractères, et notamment par le point d'ébullition du carbure, le point de fusion du tétrabromure, la nature des produits d'oxydation et la formation du nitrosochlorure, le licarène vient se placer dans la catégorie des limonènes (Wallach).

» Ces derniers donnent tous un dichlorhydrate cristallisé inactif, fusible à 50°; le licarène s'en distingue par ce fait qu'il donne naissance à un dichlorhydrate liquide, également inactif, que je considère comme un stéréo-isomère du composé cristallisé.

» En résumé, il résulte des faits signalés dans cette Note et dans les Notes antérieures :

» 1° Que le licaréol se transforme par perte d'eau dans le groupement hydrocarboné cyclique $C^{10}H^{16}$ lorsque la déshydratation s'effectue à l'aide de l'anhydride acétique, et dans le corps $C^{10}H^{18}Cl^2$ si elle a lieu sous l'influence de l'acide chlorhydrique gazeux et sec.

» 2° Le carbure $C^{10}H^{16}$ est un limonène actif, tandis que le corps $C^{10}H^{18}Cl^2$ en est le dichlorhydrate inactif [1]. »

---

[1] Laboratoire de Chimie générale de la Faculté des Sciences de Lyon.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nucléine végétale.* Note de M. P. PETIT.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 246), j'ai étudié la répartition et l'état du fer dans l'orge. Cet élément est localisé dans l'embryon et engagé dans une combinaison de forme nucléique. J'ai cherché à isoler cette combinaison, en employant des touraillons comme matière première. Les touraillons ne peuvent être utilisés que s'ils renferment une assez forte proportion de germes mêlés aux radicelles, c'est-à-dire s'ils proviennent de malts germés très longs donnant beaucoup de *hussards* suivant l'expression des malteurs; les radicelles ne fournissent, en effet, que des quantités insignifiantes de nucléine, ce qui vérifie mes conclusions précédentes.

» Les touraillons passés au moulin sont traités par la potasse à 1 pour 100 à 60° pendant quelques minutes; on sépare, par filtration à la trompe, le liquide coloré en brun, et après refroidissement on le neutralise exactement par l'acide chlorhydrique dilué. Un précipité se forme, qui ne tarde pas à s'agglomérer en gros flocons grisâtres; on le lave par décantation d'abord à l'eau pour enlever le chlorure de potassium, puis à l'alcool et à l'éther; la matière est ensuite séchée sur l'acide sulfurique; elle se concrète alors en fragments noirs bruns à cassure conchoïdale.

» Cette substance présente la composition suivante rapportée à la matière séchée à 110° jusqu'à poids constant :

	Pour 100.
Carbone	43,18
H	6,64
Az	12,86
Phosphore	1,11
Fer	0,195
Cendres	6,2
Silice	3,2
Oxygène	31,1 par différence

» Le phosphore a été dosé suivant la méthode de Kossel, en attaquant la matière par le nitre et la potasse fondante; la masse est reprise par l'eau acidulée d'acide nitrique, évaporée deux fois à siccité pour éliminer la silice, et l'acide phosphorique dosé par la solution molybdique.

» Ce procédé permet seul d'avoir le phosphore total, car, en attaquant par l'acide nitrique fumant, on n'a jamais une dissolution complète et l'on obtient seulement 0,64 pour 100 de phosphore au lieu de 1,1 pour 100.

» La substance ainsi préparée ne contient pas de soufre, ce qui la différencie des nucléines animales de Kossel, Liebermann, Bunge, etc.

» Voici les principales réactions de la matière extraite de l'orge :

» Elle se gonfle dans les solutions de sel marin en devenant grisâtre, ne donne pas la réaction de Millon, se dissout dans les alcalis. En ajoutant à la solution ammoniacale du ferrocyanure de potassium, puis de l'acide acétique en excès, on obtient un précipité blanc, qui bleuit peu à peu, d'autant plus vite que l'acide acétique est plus concentré et que la température est plus élevée; avec l'acide chlorhydrique concentré, la transformation est immédiate.

» Le tannin donne un précipité blanc qui noircit en chauffant.

» Ces deux dernières réactions sont indiquées par Bunge, comme particulières aux nucléines; on peut donc considérer la substance comme une véritable nucléine, et le résultat négatif de l'essai de Millon montre qu'il n'y a pas de matière albuminoïde mélangée.

» La nucléine de l'orge chauffée sous pression avec l'eau à 4^{atm} se dissout en donnant un liquide jaune pâle; cette solution paraît constituer un milieu très favorable pour les micro-organismes, car elle s'infecte, avec une extrême rapidité, d'aspergillus ou de penicillium. La dissolution de nucléine présente, avec le ferrocyanure et le tannin, les mêmes réactions que la substance primitive; mais elle n'est plus précipitée par les acides, donne avec l'azotate d'argent ammoniacal un précipité gris noircissant par la chaleur, et avec le sulfate de cuivre, à chaud, un précipité gris amorphe.

» Oxydée par l'acide nitrique, et après une longue ébullition, la nucléine se dissout presque entièrement, et fournit, à côté d'acide oxalique, un autre acide, dont j'ai pu obtenir une combinaison phénylhydrazinique cristallisée.

» La nucléine de l'orge peut être absorbée par les végétaux et, en particulier, par l'orge. En vue d'une étude sur l'absorption du fer à divers états par l'orge, j'ai disposé une série de cultures dans du sable complètement privé de fer par plusieurs traitements à l'acide chlorhydrique bouillant. Tous les pots reçoivent les mêmes quantités de nitrate de soude, phosphate de potasse, sulfate de chaux; trois d'entre eux ont été additionnés de 0,2 pour 100 de nucléine de l'orge. Les plantes correspondantes sont très vigoureuses, leurs feuilles sont vert foncé, leur croissance

rapide et leurs tiges doubles comme diamètre de celles des témoins; ceux-ci ont moins de feuilles et sont plus ou moins chlorotiques.

» Enfin des expériences en cours d'exécution me paraissent rendre probable la présence d'un composé analogue à cette nucléine dans la matière noire du sol (¹). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une secousse séismique ressentie à Grenoble, le 8 avril.* Note de M. **Kilian**, présentée par M. Fouqué.

« Le samedi 8 avril, à $2^h 7^m$ (²) du soir, le sismographe de la Faculté des Sciences de Grenoble a enregistré une secousse séismique dirigée sensiblement N. 86°E. (Magn.). Le professeur de Géologie chargé de l'observation de l'appareil étant absent lorsque la sonnerie avertisseuse du sismographe a retenti, les constatations relatives au phénomène ont été faites par M. Collet, professeur d'Analyse à la Faculté des Sciences. Le pendule oscillait encore une heure après l'ébranlement. Il ne semble pas y avoir eu d'oscillation verticale sensible : aucune du moins n'a été accusée par les poids suspendus au sismographe qui sont, il est vrai, moins mobiles que le pendule enregistrant les mouvements latéraux. La secousse du 8 avril a été enregistrée par un appareil supplémentaire annexé par M. Kilian, avec l'aide de MM. Bordier et Paulin constructeurs, au sismographe enregistreur Angot. Ce dernier n'a, en revanche, donné aucune indication.

» Voici quelques notes sur cet appareil.

» En présence des résultats obtenus en Suisse, et notamment à Genève par les sismologues, il était d'un certain intérêt de mettre en observation le sismographe établi par Ch. Lory dans un des sous-sols de la Faculté des Sciences de Grenoble. Pendant quelques années, et malgré les soins apportés à son entretien, cet instrument, du modèle imaginé par M. Angot, ne fournit aucune indication, quoique plusieurs secousses aient été signalées dans la région dauphinoise (Vienne, 1892, etc.). Ayant surtout en vue

---

(¹) Laboratoire de Chimie agricole de la Faculté des Sciences de Nancy.

(²) Heure obtenue par la comparaison de l'horloge mise en marche par la secousse avec les appareils chronométriques installés à la Faculté par M. le professeur Collet (erreur possible, 11^s à 15^s). Dans un autre cas, on pourrait atteindre plus de précision en ayant recours à l'observatoire annexé à la Faculté.

la fixation de l'*heure initiale* des secousses séismiques, indication que le mouvement d'horlogerie, qui sert à mettre en marche les rouleaux enregistreurs du sismographe Angot, ne peut fournir que d'une façon relativement peu précise, nous nous adressâmes à MM. *Bordier* et *Paulin*, constructeurs à Grenoble, grâce à l'ingéniosité desquels nous pûmes, il y a quelques semaines, annexer au sismographe de la Faculté un instrument qui semble compléter d'une façon assez heureuse l'instrument enregistreur que nous devons à M. Angot.

» Cet appareil annexe se compose :

» A. D'un poids suspendu par des ressorts à boudin et pouvant glisser le long d'une tringle. La partie inférieure de ce poids est en relations avec un levier *l* équilibré par un ressort à boudin.

» B. D'un pendule conique suspendu par un fil d'acier de 1^{mm} de diamètre. Ce pendule peut se mouvoir dans tous les sens.

» C. D'un mouvement d'horlogerie mû par un ressort et pouvant indiquer l'heure, la minute et le cinquième de seconde avec exactitude. Cette horloge est semblable à celles qui sont employées dans la Marine.

» Les aiguilles de cette horloge sont toutes les trois à zéro lorsque l'appareil est en repos, et l'échappement est enclenché par un arrêt très sensible.

» Le poids A et le pendule B sont indépendants l'un de l'autre et peuvent agir simultanément ou séparément, le premier sous l'influence de *mouvements verticaux*, le second par l'effet d'*oscillations latérales*. Le poids A tient en suspension, au moyen d'une série de pointes placées en quinconce sur le levier *l*, un marteau placé verticalement de façon que son poids n'occasionne que peu de frottement sur les goupilles en quinconce. Les moindres oscillations verticales du poids détermineront donc la chute de ce marteau qui déclenchera en tombant la pendule C; celle-ci se mettra en marche aussitôt. Une sonnerie électrique avertit en même temps le personnel de la Faculté.

» Le pendule conique C est muni à son extrémité d'une tige en laiton I entourée d'un cercle de platine. A l'état de repos, cette tige occupe le centre d'une bague K garnie également d'un cercle intérieur de platine. L'espace vide laissé entre la pointe du pendule et la bague est d'environ $1^{mm},5$. Le pendule conique est en communication avec une pile et la bague isolée est reliée à un électro-aimant dont l'armature tient en suspension un marteau.

» Dans ces conditions, les moindres oscillations latérales, quel que soit leur sens, déterminent le contact de la tige I et de la bague K : le courant électrique actionne l'électro-aimant; l'armature est attirée et le marteau, en tombant, déclenche l'horloge qui se met en marche ainsi que la sonnette d'avertissement.

» L'appareil est fixé sur le même pilier en maçonnerie que le sismographe Angot. Le tout est entouré d'une grille fermant à clef et à l'abri des perturbations extérieures.

» Le pilier en maçonnerie est construit sur des fondations spéciales.

» On conçoit aisément que, le chronomètre C étant mis en marche par la première secousse, il est facile, en se procurant, par un moyen quelconque, l'heure exacte, de remonter, par un calcul très simple, à l'heure initiale du phénomène ([1]). Les variations du chronomètre étant connues, il est aisé, également, d'effectuer la correction de l'erreur causée par les variations qui se sont produites entre la mise en marche de l'horloge et le moment où a eu lieu la détermination de l'heure. Ajoutons que le chronomètre C est mobile et portatif, de façon à pouvoir être transporté dans un observatoire. Il n'est nullement nécessaire, du reste, de procéder à la détermination de l'heure au moment du tremblement de terre et cette opération peut être ajournée sans inconvénients sensibles.

» On voit que la réunion de l'appareil précédemment décrit et du sismographe Angot permet de reconnaître :

» 1° L'heure exacte initiale du phénomène séismique (appareil Kilian et Paulin);

» 2° L'ordre de succession des secousses verticales et latérales (sism. Angot);

» 3° La direction de ces secousses (sism. Angot);

» 4° La durée et la forme des secousses (sism. Angot).

» Ajoutons en outre que, au moyen de la sonnerie d'avertissement, notre appareil rend possible une étude plus attentive des phénomènes qui suivent le premier ébranlement.

» L'observation faite le 8 avril dernier montre en outre que cet instrument, outre qu'il ajoute aux données du sismographe Angot un renseignement important en fournissant l'heure exacte de la première secousse, offre une *sensibilité plus grande* que ce dernier et accuse des ébranlements peu intenses que l'instrument de M. Angot est, dans son état actuel, impuissant à enregistrer. »

([1]) On peut augmenter la rigueur de l'observation en tenant compte du temps ($\frac{1}{3}$ de seconde environ) que mettent à tomber et à déclencher le chronomètre les marteaux actionnés par le poids A ou le pendule B.

MÉTÉOROLOGIE. — *Le mois d'avril* 1893. Note de M. E. **Renou**, présentée par M. Mascart.

« Le mois qui vient de finir présente plusieurs particularités intéressantes; voici le résumé des principaux chiffres recueillis à l'observatoire du Parc de Saint-Maur :

Baromètre à midi (altitude 49^m,30)	759^{mm},94
Température moyenne des minima	5°,7
Température moyenne des maxima	22,1
Température des minima et des maxima	13,9
Température vraie des 24 heures (observations horaires)	13,8
Minimum le 15	—1,1
Maximum le 22	28,0
Tension moyenne de la vapeur d'eau	5^{mm},72
Humidité relative à 3^h du soir	28
» moyenne des 24 heures	52
Nébulosité moyenne en centièmes	13

» Depuis 1757 il n'y a que le mois d'avril 1865 qui présente une température moyenne plus élevée; elle a été de 15°,1 à l'Observatoire de Paris, ce qui peut correspondre à 14°,6 dans la campagne; il y est tombé 12^{mm},4 de pluie; la nébulosité moyenne, notée par moi-même, a été 40. Je ne possède de cette époque que les minima diurnes relevés à Choisy-le-Roi dans de bonnes conditions. Leur moyenne a été de 8°,4, ainsi plus élevée de 2°,7 qu'au Parc de Saint-Maur en avril 1893, dans des conditions analogues, tandis que dans les deux années la moyenne des maxima a dû être à peu près la même dans les deux stations. Les nuits froides d'avril 1893 et les journées glaciales du 12 au 15 ont empêché les rivières de s'échauffer; tandis qu'en 1865, le 26 avril, la Seine atteignait 20°,5, la Marne, qui diffère peu de la Seine, n'a pas dépassé, en 1893, à la même date du 26 avril, un maximum de 17°,8.

» On remarquera dans le dernier mois d'avril l'énorme différence, 16°,4, des minima et maxima moyens; elle a atteint 21°,3 le 15 et 21°,4 le 16. Avec un seul jour de gelée il y a eu 17 jours de gelée blanche.

» Il est tombé dans la nuit du 1er au 2, en une heure environ, 1^{mm},1 d'eau, et dans la journée du 30, en plusieurs petites averses, 0^{mm},1 de

pluie, du moins d'après le pluviomètre; j'estime qu'il a dû en tomber $0^{mm},3$. Il y a eu 28 jours sans une goutte de pluie, du 2 au 29. Il n'avait pas plu depuis le 17 mars, et il n'y avait aucune pluie notable depuis le 28 février. Avril 1893 est celui qui a fourni le moins d'eau de pluie depuis 1688.

» Le mois d'avril 1893 est le plus clair que l'on connaisse; les moins nuageux ensuite se rencontrent en 1844 et 1870, avec une nébulosité de 28. On ne connaissait jusqu'ici de mois aussi clairs qu'en août, septembre et octobre. Maraldi affirme que le mois d'octobre 1752 a été presque sans nuages et absolument sans pluie. C'est même le seul exemple d'un mois sans une seule goutte d'eau, les autres qu'on a cités ne devant ce caractère apparent qu'à l'insuffisance des observations pluviométriques en hiver.

» Le maximum de la température mensuelle, 28° en avril dernier, a été dépassé en 1840 et 1841 : on a trouvé à l'Observatoire de Paris des maxima de 29°,6 et 28°,7, qu'il faut réduire à 29°,1 et 28°,2 à cause de corrections thermométriques dont on n'avait pas tenu compte.

» La végétation donne lieu à des remarques importantes; en avril 1865, après un mois de mars très froid, tous les arbres fruitiers ont fleuri le 7 avril; les lilas le 19. En 1893, les abricotiers ont fleuri dès le 14 mars, les cerisiers le 24; les lilas le 5 avril, en avance de trois semaines, et les acacias le 24, en avance d'un mois. Les hirondelles de cheminée ont paru le 4 avril et les martinets le 30, en avance de peu de jours, les vents, à peu près constants du nord à l'est, ayant contrarié leur arrivée. »

BOTANIQUE. — *Sur l'émission d'un liquide sucré par les parties vertes de l'Oranger*. Note de M. E. Guinier.

« Sur les feuilles d'un Oranger en vase, maintenu en hiver dans une chambre à température variant de 10 à 14 degrés centigrades, on observe, pendant cette saison, des exsudations formant des pointillés et des taches irrégulièrement répartis. Sur les pétioles et les rameaux verts, des exsudations de même nature forment des gouttes que l'on croirait prêtes à se détacher. Le liquide exsudé est sirupeux et devient presque solide à l'air sans perdre sa transparence; il a une saveur fortement sucrée, mais nullement aromatique. Une pièce de soie noire ou un papier noirci placés au-dessous de l'oranger reçoivent une pluie très fine de ce liquide. Le pre-

mier ou les premiers jours, on ne voit que des gouttes extrêmement ténues, en partie visibles à la loupe seulement. Si l'observation se prolonge, on constate que les gouttes deviennent plus abondantes en certains points où elles finissent par se confondre pour former des taches aux contours irréguliers entourées de gouttelettes de moins en moins serrées.

» Les gouttelettes émises par les parties vertes ont un volume beaucoup trop faible pour qu'elles puissent se détacher en vertu de leur poids; la consistance sirupeuse du liquide assure d'ailleurs l'adhérence des gouttes véritables formées sur les rameaux. Il y a donc éjaculation; mais la force de projection est très faible, car un papier noirci disposé horizontalement au-dessus des branches de l'Oranger ne reçoit sur sa face inférieure aucune pluie analogue. C'est à peine si quelquefois on observe que la projection a eu lieu dans une direction légèrement oblique.

» Sur l'étoffe ou le papier tendu au-dessous de l'Oranger les gouttes ou taches résultant d'une agglomération de gouttelettes sont situées sur la verticale des points des rameaux verts où l'exsudation est très active et où le liquide sirupeux s'accumule en gouttes.

» L'éjaculation cesse quand l'Oranger entre en végétation au printemps : l'exsudation elle-même s'arrête quand on peut placer le végétal à l'air libre.

» Le phénomène de l'exsudation de liquides sucrés à la surface des feuilles de divers arbres ou arbustes est commun en été dans les temps chauds et secs. Les feuilles du Tilleul donnent à certaines heures une pluie de matière sucrée. Ici, comme dans notre Oranger, l'époque de l'exsudation paraît correspondre à un arrêt dans la végétation et dans les mouvements de la sève, arrêt qui survient à des époques différentes de l'année. Faut-il, enfin, rapprocher ce phénomène de la *pluie de sève* observée par M. Musset sous un Épicéa (*Comptes rendus*, séance du 3 février 1879)? »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un nouveau genre de Conifère rencontré dans l'Albien de l'Argonne.* Note de M. **Paul Fliche**, présentée par M. Albert Gaudry.

« L'exploitation des phosphates qui se poursuit, avec une si grande activité, dans les grès verts albiens de l'Argonne, a mis à jour un assez grand nombre de fossiles végétaux, parmi lesquels des strobiles de Conifères, souvent dans un admirable état de conservation. Grâce à de bien-

veillantes communications, j'ai pu en réunir un ensemble considérable et les étudier en vue d'un travail descriptif complet sur la flore fossile de la région. Dans le nombre, j'en ai trouvé cinq qui appartiennent à un type générique qui n'a point encore été signalé et qui me semble intéressant, à raison des relations étroites qu'il établit entre les Araucariées et les Abiétinées.

» Chez les cônes du nouveau genre, le strobile est formé d'écailles présentant avec celles des *Araucaria* les plus étroites analogies. A en juger par la facilité avec laquelle elles se détachent, même à l'état fossile, facilité telle qu'il est parfois difficile de conserver des cônes dans leur entier, elles se désarticulaient à la maturité; leur structure fondamentale était la même, une lame carpellaire soudée à une bractée très développée et recouvrant les graines; seulement celles-ci, au lieu d'être solitaires, étaient au nombre de deux pour chaque écaille, allongées et placées presque parallèlement à la ligne médiane de l'écaille.

» La graine était allongée, pointue vers son extrémité micropylaire, élargie à l'extrémité opposée; en un mot, elle ressemblait de forme à celle des *Araucaria* et, avec un peu plus de régularité dans le contour, aux graines des sapins et des cèdres. L'intérieur de cette graine paraît divisé en deux loges; la cavité inférieure seule correspond à l'intérieur de la graine; le plus souvent elle est vide en totalité ou en partie, mais parfois aussi on y trouve l'amande en parfait état de conservation, composée d'un endosperme et d'un embryon allongé, logé en son centre. Quant à la cavité supérieure, c'est une lacune un peu irrégulière, tantôt vide, tantôt remplie d'une matière qui paraît amorphe; elle est le plus souvent unique, mais chez une espèce, on en observe plusieurs, en nombre variable de 3 à 6, placées tantôt parallèlement, tantôt en superposition, toujours rangées vers la partie supérieure de la graine. Il est probable que c'étaient des lacunes résinifères analogues à celles qu'on observe dans l'épisperme des sapins et des cèdres, mais disposées avec plus de régularité.

» Le strobile de dimensions variables, jamais très fortes, est régulièrement elliptique, un peu moins de deux fois plus long que large, offrant de l'analogie de forme avec ceux des cèdres et des sapins. Il était attaché au rameau par un axe assez gros et revêtu plus ou moins complètement à l'extérieur par les extrémités souvent très développées des bractées.

» Afin de rappeler les analogies que le genre présente avec les *Araucaria*, je propose de lui donner le nom de *Pseudo-Araucaria;* nous ne savons

jusqu'à présent ce qu'étaient ses organes de végétation, mais, rien que sur la structure du cône, nous voyons qu'il présente un réel intérêt, puisque c'est une forme de passage entre les Araucariées et les Abiétinées. Tout en paraissant devoir être rangé dans la première famille à raison de la structure de l'écaille séminifère, il a des affinités incontestables avec la seconde par sa double graine, sa bractée probablement moins fortement soudée au péricarpe; ces affinités se manifestent avec les cèdres et surtout avec les sapins chez lesquels la bractée peut être si développée à la maturité du strobile, et chez lesquels la graine est presque totalement recouverte par une lame empruntée à l'écaille péricarpienne.

» La découverte de ce genre donne raison aux botanistes qui ont fait des Araucariées et des Abiétinées deux tribus d'une même famille; il montre une fois de plus à quel point, soit par les formes vivantes, soit par celles qui sont éteintes, les divers groupes de conifères sont étroitement liés entre eux.

» J'ai reconnu trois formes spécifiques différentes parmi les cônes de *Pseudo-Araucaria* que j'ai étudiés.

» Je tiens, en terminant, à remercier les personnes qui m'ont fourni les matériaux de ce travail : MM. Loppinet, inspecteur des forêts à Verdun, Lambert, procureur de la République à Sainte-Menehould, et Royer, pharmacien à Nancy. »

ANTHROPOLOGIE. — *Découverte de deux squelettes à Villejuif et à Thiais. Leurs caractères ethniques. Leur ancienneté d'après la méthode de M.* Ad. Carnot. Note de M. **Zaborowski**.

« En juillet 1892, une voûte cranienne, une mâchoire et quelques fragments osseux étaient mis à jour, au bas de la côte de Villejuif, à environ 2^m de profondeur, à la limite inférieure de la terre rougeâtre servant à la fabrication de briques, qui surmonte le lœss jaune, au pied des pentes. Ces restes m'étaient confiés peu après par M. Reulos, maire de Villejuif.

» En février dernier (1893), à la suite de travaux effectués dans une voie très fréquentée (Avenue d'Ormesson), au bas de la côte de Thiais, un squelette entier était rencontré sous cette voie, près de chez moi, à une profondeur de près de 1^m, à la surface du lœss jaune. La terre rougeâtre à briques se montre quelques mètres plus haut, sur une épaisseur qui ne

dépasse guère 1^m et sur une longueur de 200^m, jusqu'au point où le côteau de Thiais s'élevait autrefois, en pente abrupte. Le squelette a été brisé en menus morceaux. J'ai recueilli, avec quelques os des membres, trente-cinq fragments avec lesquels j'ai pu reconstruire la voûte cranienne presque entièrement. Il était comparable à celui de Villejuif au point de vue du gisement. L'un et l'autre m'ont d'abord paru être les restes d'individus échoués sur d'anciennes berges de même nature. Mais celui de Thiais, situé moins haut, bien plus près de la Seine et que ne surmontait aucun dépôt représentant une durée géologique appréciable, devait être bien moins ancien.

» D'après les caractères qu'il présente, j'ai fait remonter le squelette de Villejuif à l'époque néolithique. C'est celui d'un sauvage assez chétif. Le crâne est remarquable par la saillie de ses arcades sourcilières et de sa glabelle, l'extrême étroitesse de son front très bas et fuyant, sa petitesse qui, s'il appartenait à nos races civilisées, le ferait classer à la limite de la demi-microcéphalie. Il est mésaticéphale. Le fémur, d'autre part, est remarquable par son incurvation, son pilastre, l'aplatissement antéro-postérieur de la partie supérieure de sa diaphyse (platymérie), tous caractères connexes communs chez les races néolithiques. L'association de la saillie des arcs sourciliers et de l'étroitesse du front, distinctives de la race quaternaire de Néanderthal, avec la brachycéphalie, a dû être fréquente sur la fin de l'époque quaternaire ou peu après, comme le démontrent l'un des crânes de Grenelle et le crâne de Nagy-Sap (Hongrie), classés l'un et l'autre tout d'abord comme quaternaires, et l'un des crânes du dépôt coquillier de Mugem (Portugal), du plus ancien néolithique. Notre crâne de Villejuif peut être rapproché du crâne mésaticéphale de Furfooz, également classé comme quaternaire. Ses mesures, dont le détail sera publié dans les *Bulletins de la Société d'Anthropologie,* sont presque toutes identiques à celles du crâne de Valle do Areeiro. Celui-ci, trouvé à Villa Nova da Rainha (Portugal), à 3^m,70 de profondeur, dans un limon que Ribeiro considérait comme probablement *quaternaire,* ne se distingue que par un peu plus de largeur et par ses caractères féminins. Le profil de la pièce de Villejuif toutefois rappelle surtout celui du crâne fameux de Borreby, sauf qu'elle présente une dépression annulaire appréciable au-dessus et le long de la suture coronale. Elle se range en définitive à côté de ces crânes néolithiques recueillis en nombre, tant en France que dans la péninsule ibérique, qui, en raison de l'étroitesse du front et de l'élargissement bi-pariétal des races mongoliques, présentent, vus par dessus, un contour trapézoïdal. Leurs caractères se sont conservés distinctement dans le type ligure qui semble avoir précédé sur notre sol le type celtique. Sur les restes recueillis à Thiais, j'ai cru reconnaître les traits caractéristiques du Romain dans toute sa beauté et dans toute sa force. Le front se distingue surtout par sa grande largeur. Le crâne, très capace et très brachycéphale, se rattache, malgré certains traits archaïques, au type celtique le plus élevé. Il n'est pas antérieur à l'époque gallo-romaine. Je ne crois pas, rien qu'en raison des caractères dominants des populations qui ont occupé notre sol, qu'il puisse lui être postérieur.

» Ces déterminations ethniques pouvaient laisser planer quelque incertitude sur l'âge réel de ces restes humains qu'aucun objet n'accompagnait. J'en ai demandé la confirmation à M. Ad. Carnot, qui venait de faire connaître sa méthode nouvelle (*Comptes rendus*, 1892) pour fixer l'âge géologique des os.

» Il a bien voulu analyser des fragments des deux squelettes de Thiais et de Villejuif, ainsi que d'un crâne parisien du XVIIe siècle, provenant des Catacombes, comme terme de comparaison. Cette analyse faite, il m'a fait l'honneur de m'écrire :

» Les résultats sont tout à fait d'accord avec l'opinion que vous aviez émise sur l'ancienneté relative des squelettes de la côte de Villejuif et de celle de Thiais, en vous guidant sur la forme des crânes. En effet, le rapport des poids de l'acide phosphorique et du fluor est, dans le squelette de Thiais, fort peu différent de ce qu'il est dans le crâne moderne que vous m'avez envoyé à titre de comparaison. Dans le squelette de Villejuif, au contraire, le rapport est fort différent, presque moitié de celui du squelette de Thiais. L'écart est assez grand pour que l'on puisse déclarer que le premier est beaucoup plus ancien que le second, si les circonstances de gisement sont à peu près les mêmes dans les deux cas. (14 mars.)

» Or le sol des deux gisements est exactement semblable; il est très perméable, très sain, et les os s'y conservent très bien.

» La différence d'ancienneté des deux squelettes ainsi doublement certaine, j'ai soumis à M. Ad. Carnot des fragments osseux provenant : 1° d'une sépulture dolménique de Châlons, appartenant sans conteste au néolithique pur; 2° des sépultures mérovingiennes d'Andrésy; 3° d'une sépulture gallo-romaine du plateau de Villeneuve-le-Roi.

» Voici les chiffres de l'analyse des fragments néolithiques de Châlons, comparés à ceux de l'analyse du squelette de Villejuif (Seine) :

	Villejuif.	Châlons.
Matières organiques	18,00	17,03
Oxyde de fer	0,36	0,32
Acide phosphorique	36,58	36,43
Fluor	0,276	0,241
Rapport de l'acide phosphorique au fluor	132,5	151,2

» Ces résultats, obtenus isolément, sont parfaitement concordants, malgré quelques différences probables dans les conditions de gisement des restes comparés; et il y a apparence sérieuse que de ces restes, datés ainsi avec certitude l'un par l'autre, ceux de Villejuif sont les plus anciens.

» Voici, d'autre part, les chiffres obtenus par M. Ad. Carnot, de l'analyse des restes de Villeneuve-le-Roi et d'Andrésy, comparés à ceux de l'analyse du squelette de Thiais :

	Thiais.	Villeneuve.	Andrésy.
Matières organiques	19,05	17,46	18,38
Oxyde de fer	0,92	2,48	0,64
Acide phosphorique	36,08	32,58	36,76
Fluor	0,145	0,152	0,193
Rapport de l'acide phosphorique au fluor	248,8	207,7	190,5

» Ces restes se distinguent à peu près également des os modernes par une moindre proportion de matières organiques. Mais, d'après la teneur en fluor, ce sont ceux des sépultures mérovingiennes d'Andrésy qui seraient les plus anciens.

» Cette discordance et d'autres qui ressortent des chiffres comparés prouveraient que les différences d'âge de ces trois catégories d'ossements n'ont pas assez d'amplitude pour annihiler les effets des différences secondaires des conditions de gisement. D'après M. Ad. Carnot, la teneur en fer des os de Villeneuve-le-Roi paraît justement « indiquer une différence » assez grande dans les gisements ».

» Dans ces conditions », conclut-il dans la lettre qu'il m'a fait l'honneur de m'écrire le 25 avril, « je n'oserais pas tirer du dosage du fluor une con- » clusion ferme sur l'âge relatif de ces ossements ».

» Je lui exprime ici ma reconnaissance d'avoir bien voulu se prêter à cette expérience, d'une grande importance pratique pour les anthropologistes. »

PHYSIOLOGIE. — *Forme périodique du pouvoir odorant dans la série grasse.* Note de M. Jacques Passy.

« J'ai publié dans un travail antérieur (1) les minimums perceptibles d'un certain nombre d'alcools de la série grasse. J'avais noté pour les premiers termes un accroissement graduel du pouvoir odorant, et j'avais émis l'idée que cet accroissement se continuait vraisemblablement au delà des termes examinés. L'expérience n'a pas confirmé cette supposition. J'ai pu depuis compléter largement mon Tableau par l'examen des termes

(1) *Comptes rendus*, 16 mai 1892.

plus élevés de la série, ainsi que par celui des aldéhydes et acides correspondants; les variations du pouvoir odorant révèlent une loi plus complexe.

» Je me borne à publier aujourd'hui les chiffres relatifs aux acides, dont je possède une collection plus complète. Le Tableau suivant, résumé de plusieurs milliers d'expériences de mesures effectuées dans des conditions diverses, comprend la série des acides gras normaux jusqu'au 14e terme. Le 11e et le 13e terme me manquent encore.

ACIDES GRAS NORMAUX.

Minimum perceptible en millionièmes de gramme.

1	Acide	formique	25
2	»	acétique	5
3	»	propionique	0,05
4	»	butyrique (1)	0,001
5	»	valérique (1)	0,01
6	»	caproïque (1)	0,04
7	»	œnanthylique	0,3
8	»	caprylique (2)	0,05
9	»	nonylique (3)	0,02
10	»	caprique	0,05
11	»	»	»
12	»	laurique	0,1
13	»	»	»
14	»	myristique	inodore
Etc.		etc.	etc.

» Les pouvoirs odorants de ces acides sont donc comme 1, 5, 500, 250000, 25000, 600, 800, 500, 1000, 500 ..., 250, ...

» Ces chiffres se décomposent nettement en trois séries :

» *Première :* Comprend les termes de 1 à 7, le pouvoir odorant croît du 1er au 4e terme, puis diminue jusqu'au 7e;

» *Deuxième :* Analogue à la première; le pouvoir odorant croît jusqu'au troisième, puis diminue;

» *Troisième :* qui comprend le 14e terme et les suivants, est inodore.

(1) Ces acides m'ont été offerts à l'état de pureté par M. Claudon.
(2) Saponification du beurre de coco et fractionnement des produits.
(3) Action de la potasse caustique sur l'acide undécylénique.

» On remarquera que certains écarts entre deux termes, par exemple du 8ᵉ au 9ᵉ et au 10ᵉ sont de l'ordre des erreurs d'expérience; cependant la différence ayant été constamment de même sens, sinon de même valeur, pour un très grand nombre d'expériences, je crois que l'on peut en admettre la réalité.

» On remarquera aussi que, dans la seconde période, les variations sont beaucoup moins considérables que dans la première; d'ailleurs l'examen des 11ᵉ et 13ᵉ termes viendra peut-être infirmer, dans une certaine mesure, les résultats précédents.

» Je me garde donc bien de forcer la régularité de la progression, et de chercher à lui donner une précision mathématique qui n'est pas dans les faits.

» Il n'en est pas moins vrai qu'à regarder l'ensemble le sens du phénomène est très net.

» Reste une question fort intéressante : pourquoi l'odeur disparaît-elle dans la troisième série? question qui se rattache à celle-ci plus générale : pourquoi certains corps sont-ils inodores et d'autres odorants?

» Écartons d'abord la considération de volatilité; tous ceux qui ont abordé ce genre de recherches savent que les corps non volatils sont souvent les plus odorants. Les remarques de M. de Laire, dont l'expérience est si grande en ces matières, concordent avec les miennes; souvent on voit le pouvoir odorant s'accroître alors que la volatilité diminue; d'ailleurs dans la série même qui nous occupe, l'acide laurique et l'acide caprique ne sont point volatils à froid, tandis que l'on peut entraîner l'acide myristique avec la vapeur d'eau sans pour cela le rendre odorant. Cherchons donc la raison ailleurs.

» Nous avons ici sous les yeux une série assez complète dans laquelle l'odeur se modifie graduellement, augmente, diminue, recommence à croître, puis à décroître, et finalement disparaît; est-il possible d'en tirer quelques indications sur la nature du phénomène?

» Une théorie générale serait prématurée; je me borne à rappeler que j'ai distingué dans l'odeur l'*intensité* et la *puissance*. Pour qu'une odeur soit perçue, il faut : 1° qu'il y ait assez de substance; 2° que l'odeur soit assez forte.

» Or, dans la série qui nous occupe, l'intensité diminue à mesure que l'on s'élève dans la série; c'est ainsi que l'acide butyrique, même à dose faible, masque facilement les acides nonylique ou caprique. J'en conclus que l'*odeur se rapproche peu à peu et qu'elle atteint avec le quatorzième terme la limite de perceptibilité*. Elle disparaît comme la sensation lumineuse disparaît dans l'ultra-violet et l'infra-rouge, comme le son cesse d'être perceptible au-dessus et au-dessous d'un certain nombre de vibrations.

» Il ne paraît pas impossible de trouver d'autres séries, dans lesquelles

ce seraient les premiers termes qui seraient inodores. Remarquons que les alcools méthylique et éthylique sont bien voisins de cette limite, car, bien purs, ils n'exercent plus guère sur la muqueuse olfactive qu'une excitation non spécifique ([1]).

» Je ne pense donc pas que le *phénomène odeur* cesse au delà du quatorzième terme; il me paraît plus vraisemblable que les acides gras suivants sont simplement *inodores pour nous;* peut-être ne le seraient-ils pas pour un appareil olfactif différent, celui du chien par exemple. L'expérience est malheureusement difficile à instituer. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches sur l'emploi des feuilles d'arbres dans l'alimentation du bétail.* Note de M. **A.-Ch. Girard**, présentée par M. Dehérain.

« L'apport à la ferme d'un supplément de matières alimentaires est précieux dans tous les temps, mais plus particulièrement dans les années où la sécheresse de l'été (1892) ou du printemps (1893) amène la pénurie des fourrages. Aussi nous a-t-il paru intéressant d'appeler l'attention sur une ressource fourragère trop méconnue et qu'aucun travail d'ensemble n'a permis de faire apprécier à sa juste valeur; nous parlons des feuilles d'arbres.

» La feuille se compose de deux parties, le limbe et le pétiole, dont le poids relatif varie beaucoup suivant les essences. C'est, d'après nos analyses, dans le limbe que réside presque entièrement la valeur alimentaire, et la séparation du pétiole amènerait dans certains cas une grande concentration du fourrage (25 pour 100). Mais, comme cette opération n'est pas facilement réalisable, c'est toujours la feuille entière que nous avons envisagée.

» Après avoir constaté que la composition immédiate des feuilles prises à diverses hauteurs et sur des arbres d'âges différents présentait peu de variations, nous avons cherché à déterminer l'époque où la cueillette est la plus avantageuse. Laissant de côté la période d'extrême jeunesse et celle d'extrême vieillesse, nous avons observé que, contrairement à ce que

---

([1]) Conformément aux indications qu'a bien voulu me donner M. Berthelot, il faut chauffer ces alcools en tube scellé avec une trace de potasse jusque vers 150° pour les obtenir inodores.

l'on pourrait penser, la richesse de la feuille en principes nutritifs reste à peu près stationnaire et que l'on peut, à ce point de vue, indifféremment choisir pour la récolte les trois mois d'été. C'est dans le courant de septembre que nous conseillons de placer cette opération; à ce moment, l'activité végétale est ralentie et le préjudice qu'on peut porter à la production du bois est compensé par l'acquisition presque gratuite des matières alimentaires fournies par le feuillage.

» Nous avons donc choisi des feuilles entières, récoltées en septembre, pour faire l'étude comparative des essences comestibles (1). Voici leur classement d'après la teneur (à l'état frais) en matière azotée, qui mesure à peu près leur valeur alimentaire :

» Saule, aune (plus de 8 pour 100); mûrier, rob. faux acacia, orme, peuplier, tilleul (6 à 7 pour 100); noisetier, chêne, micocoulier, érable, frêne (5 à 6 pour 100); marronnier d'Inde, charme, vigne (4 à 5 pour 100); platane, bouleau, aiguilles de pin (3 à 4 pour 100).

» Le classement d'après la teneur en cellulose, qui est en général inversement proportionnelle à la digestibilité, est le suivant :

» Orme, r. faux acacia, saule, vigne (3 à 4 pour 100); noisetier, érable, aune, marronnier, tilleul, micocoulier, frêne (4 à 5 pour 100); peuplier, platane (6 à 7 pour 100); charme, sorbier, bouleau (7 à 8 pour 100).

» Les feuilles, à l'état frais, constituent un des fourrages verts les moins aqueux et les moins ligneux que l'on connaisse; sous le rapport des matières hydrocarbonées et azotées (à trois exceptions près), toutes se sont montrées supérieures à la luzerne verte.

» Cette richesse des feuilles s'explique par la faible quantité d'eau qu'elles renferment; mais, même en comparant le foin qu'elles produisent aux foins des prairies naturelles ou artificielles, nous leur trouvons la même supériorité sous le rapport des matières grasses et autres principes hydrocarbonés; le taux de la cellulose y est très faible; quant aux matières azotées, sur 21 espèces étudiées, 19 l'emportent sur le foin de prairie, plus de la moitié sur le foin des meilleures légumineuses. Quelques-unes sont d'une richesse extraordinaire; celle du robinier faux acacia par exemple est comparable aux féveroles.

(1) Les feuilles de cytise faux ébénier, d'if, de noyer, d'ailante, des lauriers rose et cerise, de sumac, de corroyère, de daphné sont vénéneuses; la consommation des bourgeons et des très jeunes feuilles est dangereuse pour le bétail (mal de brou).

» Voici quelques chiffres qui justifient ces conclusions ([1]) :

	Feuilles d'orme		Feuilles de peuplier		Feuilles de mûrier		Feuilles d'acacia		Feuilles de tilleul	
	fraîches.	sèches.	fraîches.	sèches.	fraîches.	sèches.	fraîches.	sèches.	fraîches.	sèches.
Eau	62,61	12,00	59,54	12,00	63,02	12,00	74,57	12,00	67,00	12,00
Matières minérales	4,57	10,74	4,07	8,83	4,61	10,98	1,85	7,26	4,26	11,38
Matières grasses	1,22	2,87	1,87	4,06	1,73	4,12	0,55	2,16	1,09	2,91
Matières azotées	6,75	15,87	6,15	13,37	6,86	16,33	6,56	25,72	6,05	16,16
Extractifs non azotés	21,18	49,90	23,18	50,49	20,87	49,64	12,99	39,21	16,65	44,33
Cellulose	3,67	8,62	5,18	11,25	2,91	6,93	3,48	13,65	4,95	13,22

» Il y a donc dans le feuillage des arbres une richesse alimentaire qu'on a bien tort de dédaigner.

» Mais, pour porter une appréciation décisive sur la valeur nutritive d'un fourrage, il est indispensable de compléter les données analytiques par des expériences directes sur le bétail. Aussi avons-nous déterminé la digestibilité des principes immédiats contenus dans les feuilles, comparativement à ceux de la luzerne.

» Nous avons opéré sur le mouton, en suivant la méthode classique qui consiste à peser et analyser : d'un côté, tous les aliments ingérés par l'animal maintenu à la ration d'entretien, d'un autre côté toutes les déjections solides; par différence, on obtient la partie digérée. Le Tableau suivant résume les coefficients de digestibilité ainsi obtenus :

	Matières azotées.	Extractifs non azotés.	Cellulose.
Feuilles vertes (moyenne de trois expériences)	80,7	83,9	62,9
Luzerne verte	86,2	82,9	59,6
Feuilles sèches d'ormeau	66,8	65,5	54,6
Luzerne sèche	71,4	55,6	35,6

» Nous passons sous silence les matières grasses, dont le coefficient apparent de digestibilité n'a, d'après les recherches de notre maître M. Müntz, que peu de signification.

» Sans entrer dans des discussions accessoires, nous pouvons, de la moyenne de nos analyses et de nos expériences directes, tirer cette conclusion que, tout considéré, *les feuilles ont une valeur alimentaire compa-*

([1]) Le Tableau complet des analyses figure dans un Mémoire *in extenso*, publié dans les *Annales agronomiques* de M. Dehérain, t. XVIII, p. 513 et 561.

rable à celle de la luzerne et constituent par conséquent un fourrage de premier ordre.

» Leur utilisation profitera en même temps au bétail et au sol, en apportant à la ferme presque gratuitement des principes alimentaires et des principes fertilisants.

» Nous sommes loin de conseiller le dépouillement des forêts, dont la véritable destination est la production du bois; mais bien des cas se présentent où, par un effeuillage tardif et ménagé, par les émondages, par les coupes de têtards et de taillis, on peut se procurer, à peu de frais, une ressource alimentaire importante. On rencontre beaucoup de terres ingrates et abandonnées qui devraient être utilisées à la production fourragère, par l'intermédiaire d'essences appropriées qui sauraient trouver des moyens d'existence là où aucun végétal ne prospérerait. Dans les climats chauds particulièrement, l'arbre, par sa résistance à la sécheresse, mérite d'être sérieusement expérimenté à ce point de vue.

» Enfin, dans une année où la rareté et la cherté des fourrages vont jeter une grande perturbation dans les exploitations agricoles, nous ne saurions trop conseiller d'avoir recours aux feuillages des arbres. Dans bien des régions, le produit de ces sortes de prairies en l'air pourra affranchir l'agriculteur de la triste nécessité de vendre à vil prix le bétail, source de fumier et source de profits (1). »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. M. B.

---

(1) Ce travail a été fait dans les laboratoires de l'Institut agronomique (laboratoire de M. Müntz).

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er mai 1893.

Traité d'Optique, par M. E. Mascart, membre de l'Institut, professeur au Collège de France, directeur du Bureau central météorologique. Tome troisième. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

Traité d'Analyse, par Émile Picard, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences. T. II (second fasc.) : *Intégrales abéliennes et surfaces de Riemann*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. in-8°.

Rapport lu, le 8 *juin* 1892, *à la séance générale du Conseil du Bureau central,* par le Président, M. Daubrée, conformément à l'article 13 du Décret du 14 mai 1878. (Extrait des *Annales du Bureau central météorologique*, t. I, 1891.) Paris, 1893; 1 br. gr. in-4°.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Sixième série, mai 1893. T. XXIX. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, membre de l'Institut. T. XIX, n° 4. Paris, G. Masson, 1893; 1 fasc. in-8°.

Annuaire de la Société nationale d'Agriculture de France. Année 1893. Paris, Chamerot et Renard, 1893; in-12.

Annuaire de la Marine pour 1893. Paris, Berger-Levrault et Cie; 1 vol. in-8°.

Contribution à la question de l'azote. Troisième Note, par A. Pétermann, directeur de la station agronomique de l'État, à Gembloux. Bruxelles, Hayez, 1893; 1 br. in-8°.

Annual Report of the board of regents of the Smithsonian Institution, schowing the operations, expenditures, and condition of the Institution for the year ending june 30, 1890. Washington, 1891; 1 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 MAI 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation* $\Delta u = ke^u$; par M. **Émile Picard**.

« Dans une Communication récente (*Comptes rendus*, 6 mars 1893), j'ai montré succinctement comment on pouvait établir un théorème fondamental relatif à l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = ke^u \quad (k \text{ étant une constante positive}).$$

» Dans toute sa généralité, ce théorème peut être ainsi énoncé :

» *Il existe une intégrale de cette équation, continue sur les m feuillets d'une surface donnée de Riemann, sauf en certains points donnés* $O_1, O_2, \ldots, O_n$

de cette surface, et aux m points à l'infini sur chacun des feuillets. Dans le voisinage du point O_i, *on suppose que l'on ait*

$$u = \beta_i \log r_i + v_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

β_i *étant une constante,* r_i *désignant la distance du point* (x, y) *au point* O_i, *et la fonction* v_i *étant continue en* O_i.

» *Pour le point à l'infini sur le feuillet de rang k, imaginons que l'on fasse une inversion qui le ramène à distance finie; on suppose alors que l'on ait sur le feuillet considéré, dans le voisinage du point transformé,*

$$u = \alpha_k \log r'_k + V_k \qquad (k = 1, 2, \ldots, m)$$

α_k *désignant une constante, et* V_k *étant continue.*

» *Les constantes* α *et* β *sont données; on suppose seulement vérifiées les inégalités*

$$\beta_i > -2, \qquad \alpha_k > 2,$$
$$\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_m + \beta_1 + \beta_2 + \ldots + \beta_n < 0.$$

» La méthode que j'ai suivie pour la démonstration de ce théorème démontre l'existence d'une solution; il est intéressant de la compléter en montrant que *cette solution est unique :* c'est ce que je me propose d'indiquer ici.

» Supposons, à cet effet, qu'il existe deux solutions u et v satisfaisant aux conditions énoncées. Je dis d'abord que l'on ne peut avoir sur toute la surface de Riemann

$$u \geqq v,$$

à moins, bien entendu, que u ne soit identique à v. Isolons sur la surface les points O et les points à l'infini, par des petits cercles d'une part et des cercles de très grands rayons d'autre part; on aura, pour l'aire connexe limitée par ces circonférences,

$$\iint \Delta h \, dx \, dy = \iint k e^v (e^h - 1) \, dx \, dy \qquad (h = u - v),$$

ou encore

$$\int \frac{dh}{dn} ds = \iint k e^v (1 - e^h) \, dx \, dy,$$

l'intégrale du premier membre étant relative aux circonférences. Or, prenons la petite circonférence de centre O et de rayon ρ; il est facile de re-

connaître que $\frac{dh}{dn}$ est de la forme

$$M\rho^{\beta_i+1},$$

M restant fini quand ρ tend vers zéro. Il en résulte que la portion de l'intégrale relative à cette circonférence tend vers zéro, quand ρ diminue indéfiniment, et l'on peut faire une remarque analogue relativement aux grandes circonférences.

» On aurait donc

$$\int\int e^{v}(1 - e^{h})\,dx\,dy = 0,$$

l'intégrale étant étendue à la surface de Riemann tout entière, ce qui est en contradiction manifeste avec l'hypothèse

$$h \geqq 0,$$

à moins que h ne soit identiquement nul.

» Il résulte de ce que nous venons de voir que la courbe

$$u - v = 0$$

partagera la surface en une ou plusieurs régions; à l'intérieur d'une de ces régions R, $u - v$ aura un signe invariable, le signe *plus* par exemple. Or l'équation

$$\Delta h = ke^{v}(e^{h} - 1)$$

donne pour h l'expression suivante

$$h(x, y) = \int\int ke^{v(\xi,\eta)}(1 - e^{h(\xi,\eta)})\,G(\xi, \eta, x, y)\,d\xi\,d\eta,$$

G désignant une fonction de Green, et l'intégrale double étant étendue à la région R. Or le premier membre est, par hypothèse, positif dans cette région, tandis que le second est visiblement négatif; cette contradiction achève la démonstration du théorème. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur une objection à la théorie cinétique des gaz*. Note de M. **H. Poincaré**.

« Maxwell, dans un de ses Mémoires sur la Théorie dynamique des gaz, donne la formule de la détente adiabatique des gaz et son résultat est con-

forme aux données expérimentales. Malheureusement son calcul n'est pas correct, et en corrigeant l'erreur qu'il a commise on n'est plus du tout d'accord avec l'expérience.

» Rappelons d'abord ses notations et ses résultats.

» Considérons un élément de volume $d\tau$ contenant N molécules, soient $u+\xi$, $v+\eta$, $w+\zeta$ les composantes de la vitesse d'une de ces molécules; u, v, w sont des quantités qui sont les mêmes pour les N molécules contenues dans l'élément $d\tau$ et qui sont choisies de telle sorte que

$$\Sigma\xi = \Sigma\eta = \Sigma\zeta = 0.$$

» Le vecteur u, v, w représente alors la vitesse moyenne des diverses molécules contenues dans l'élément $d\tau$; c'est la vitesse *apparente* des gaz, c'est-à-dire ce qu'en Hydrodynamique on appelle *vitesse des gaz*.

» La demi-force vive de translation des diverses molécules gazeuses contenues dans $d\tau$ est donc

$$(1)\quad \begin{cases} \Phi = \Sigma \dfrac{M}{2}[(u+\xi)^2 + (v+\eta)^2 + (w+\zeta)^2] = \Sigma\varphi, \\ \varphi = \dfrac{M}{2}[(u+\xi)^2 + (v+\eta)^2 + (w+\zeta)^2. \end{cases}$$

» Mais Clausius a montré que cette expression ne représente pas la chaleur contenue dans l'élément. Pour avoir cette chaleur il faut tenir compte aussi de l'énergie due à la vibration des divers atomes dont chaque molécule se compose. Pour rendre compte des faits, il faut admettre que cette énergie de vibration, et par conséquent l'énergie totale (c'est-à-dire la chaleur interne), est proportionnelle à l'énergie de translation, du moins si le gaz est en repos apparent, c'est-à-dire si u, v, w sont nuls. On a alors

$$U = \beta\Phi.$$

U représente l'énergie totale, Φ l'énergie de translation et β est un coefficient numérique dont l'expérience nous donne la valeur.

» Maxwell admet que, si le gaz est en mouvement apparent, on a

$$(2)\quad \begin{cases} U = \dfrac{M}{2}\Sigma[(u+\xi)^2 + (v+\eta)^2 + (w+\zeta)^2 + (\beta-1)(\xi^2+\eta^2+\zeta^2)] = \Sigma\theta, \\ \theta = \dfrac{M}{2}[(u+\xi)^2 + (v+\eta)^2 + (w+\zeta)^2 + (\beta-1)(\xi^2+\eta^2+\zeta^2)]. \end{cases}$$

» J'ai fait sortir M du signe Σ parce que je suppose que toutes les mo-

lécules ont même masse. Maxwell désigne par Q une fonction quelconque des vitesses des molécules, et par $\overline{Q}$ la valeur moyenne de cette fonction à l'intérieur de l'élément, c'est-à-dire

$$\overline{Q} = \frac{\Sigma Q}{N},$$

et il arrive à l'équation suivante, à laquelle il donne le n° 75 (*Œuvres complètes;* Cambridge University Press, 1890, t. II, p. 56),

$$(75) \qquad N\frac{\partial \overline{Q}}{\partial t} + \frac{d\overline{\xi Q}N}{dx} + \frac{d\overline{\eta Q}N}{dy} + \frac{d\overline{\zeta Q}N}{dz} = N\frac{\delta \overline{Q}}{\delta t}.$$

La dérivée $\frac{\partial \overline{Q}}{\partial t}$ se rapporte aux variations que subit la valeur de $\overline{Q}$ relative à un élément de volume *supposé entraîné par le mouvement apparent des gaz*. $\delta\overline{Q}$ est l'accroissement de $\overline{Q}$ dû aux chocs entre les molécules.

» Dans cette équation Maxwell fait (p. 62) $Q = \theta$, θ étant défini par l'équation (2), et après diverses transformations, et en négligeant certains termes très petits, il trouve, pour la loi de la détente adiabatique (p. 65),

$$(108) \qquad \frac{dp}{p} = \frac{2+3\beta}{3\beta}\,\frac{d\rho}{\rho},$$

p et ρ étant la pression et la densité; cette formule est conforme à l'expérience.

» Si, au lieu de faire $Q = \theta$, Maxwell avait fait $Q = \varphi$, il aurait trouvé

$$(3) \qquad \frac{dp}{p} = \frac{5}{3}\,\frac{d\rho}{\rho}.$$

» En effet, on a

$$\delta\overline{\varphi} = \delta\overline{\theta} = 0,$$

car les chocs ne peuvent altérer la force vive de translation des N molécules ni dans le mouvement absolu, ni dans le mouvement relatif du système par rapport à son centre de gravité.

» La formule (3) n'est pas conforme à l'expérience, quoiqu'elle se déduise de l'équation (75) aussi légitimement et, nous allons le voir, plus légitimement que la formule (108).

» En effet, je dis que la formule (75) n'est légitime que si Q est fonction de $u + \xi$, $v + \eta$, $w + \zeta$ et non pas si Q est une fonction quelconque de u, v, w, ξ, η et ζ.

» Considérons deux éléments de volume contigus $d\tau$ et $d\tau'$ séparés par un élément de surface $d\omega$ que l'on peut regarder comme plan. Voyons comment raisonne Maxwell, page 52. Il cherche à évaluer « the quantity » of Q transferred a cross the plane », et pour cela il considère les molécules qui traversent l'élément $d\omega$ et fait la somme des valeurs de Q correspondantes. Cela suppose que la valeur de Q correspondant à une molécule reste la même quand cette molécule passe de l'élément $d\tau'$ dans l'élément $d\tau$. Il en est effectivement ainsi quand dQ est fonction de $u+\xi$, $v+\eta$, $w+\zeta$, puisque le mouvement de la molécule est rectiligne et uniforme. Mais il n'en est plus de même quand Q est fonction de ξ, η et ζ. En effet, le vecteur u, v, w est la vitesse du centre de gravité du système des molécules contenues dans l'élément $d\tau$. Il en résulte que u n'a pas la même valeur dans $d\tau$ et dans $d\tau'$; donc. quand la molécule passera de $d\tau'$ dans $d\tau$, $u+\xi$ ne variera pas, mais u et, par conséquent, ξ varieront.

» Ainsi Q doit être fonction de $u+\xi$, $v+\eta$ et $w+\zeta$; on peut donc faire $Q=\varphi$, mais non $Q=\theta$. La formule (3) est correcte, la formule (108) ne l'est pas.

» En résumé, dans son état actuel, la théorie cinétique donne une formule inexacte pour la détente adiabatique; le coup de pouce donné par Maxwell pour retrouver la formule exacte n'est pas légitime.

» Je profite de l'occasion pour signaler une autre erreur qui se trouve dans le même Mémoire de Maxwell, mais dont les conséquences sont moins graves.

» La formule (43) de la page 49 (*loc. cit.*) n'est pas correctement déduite de la formule (39) de la page précédente. Au lieu de

$$\frac{\delta_1 \overline{\xi_1 V_1^2}}{\delta t} = \left(\frac{K_1}{2M_1^3}\right)^{\frac{1}{2}} M_1 N_1 A_2^3 (\overline{\xi_1}\,\overline{V_1^2} - \overline{\xi_1 V_1^2}),$$

on devrait trouver

$$\frac{\delta_1 \overline{\xi_1 V_1^2}}{\delta t} = \left(\frac{K_1}{2M_1^3}\right)^{\frac{1}{2}} M_1 N_1 A_2 \left[4\overline{\xi_1}\,\overline{V_1^2} - 2\overline{\xi_1}\,\overline{\xi_1^2} - 2\overline{\eta_1}\,\overline{\xi_1\eta_1} - 2\overline{\zeta_1}\,\overline{\xi_1\zeta_1} - 2\overline{\xi_1 V_1^2}\right],$$

et, par conséquent, si l'on suppose que les valeurs moyennes de ξ_1, η_1, ζ_1 sont nulles, au lieu de

$$\frac{\delta_1 \overline{\xi_1 V_1^2}}{\delta t} = -3\left(\frac{K_1}{2M_1^3}\right)^{\frac{1}{2}} M_1 N_1 A_2 \overline{\xi_1 V_1^2},$$

on devrait trouver

$$\frac{\delta_1 \overline{\xi_1 V_1^2}}{\delta t} = -2\left(\frac{K_1}{2M_1^3}\right)^{\frac{1}{2}} M_1 N_1 A_2 \overline{\xi_1 V_1^2}.$$

La valeur du coefficient de conductibilité s'en trouve modifiée.

» Maxwell trouve

$$k = \frac{5}{3\gamma}\nu,$$

où k est le coefficient de conductibilité, et ν le coefficient de viscosité, γ le rapport des chaleurs spécifiques.

» Il devrait trouver

$$k = \frac{5}{2\gamma}\nu.$$

» L'expérience a donné, pour la conductibilité de l'air, 56.10^{-6}; le calcul erroné avait donné 54.10^{-6}; le calcul rectifié donnerait 81.10^{-6}. »

GÉODÉSIE. — *Étoiles filantes; fluctuation de la latitude;* par M. **d'Abbadie.**

« Les difficultés exceptionnelles dans la pratique de la Géodésie sont assez rares pour qu'il soit intéressant de publier l'extrait suivant d'une Lettre que M. G. Davidson nous écrivait de San-Francisco le 16 mars dernier. Ce savant s'est fait connaître en mesurant trois fois et dans des saisons différentes la base de Californie dont la longueur dépasse 17^{km}.

» Le Canada et les États-Unis envoient des escouades dans cette partie d'Alaska qui longe l'archipel Alexander. On doit commencer les travaux sur la ligne de partage entre Columbia et Alaska, mais sans dépasser 48^{km} vers l'intérieur, en partant du rivage nommé *continental* par le vieux Vancouver. Nos opérations seront dirigées par le professeur Mendenhall qui est aussi le commissaire américain. On enverra du monde pour remonter les rivières Unuk, Stickeen et Taku. Chaque escouade comprendra des astronomes, des géodésiens et des topographes. Des astronomes s'établiront à Sitka d'où notre vapeur, *le Hassler,* portera des chronomètres aux diverses stations afin de mesurer les différences de longitude. Chaque escouade du Canada recevra un de nos officiers et chacune de nos escouades comprendra un officier canadien. Sitka est notre station fondamentale pour la longitude de district. J'ai déterminé cette longitude en 1867 et 1869; chaque année on emploie des chronomètres pour la relier avec notre station télégraphique extrême située au détroit de Puget.

» J'attends des instructions pour commencer la mesure de la partie diagonale sur la frontière orientale de la Californie. Cette portion est située entre les parallèles

de 35° et 39°, sa longitude s'étendant du 120e jusqu'au 114e méridien. Je me propose de mener une chaîne de triangles à travers la direction moyenne de la ligne en reliant un point du 39e parallèle au quadrilatère qui porte mon nom dans la Sierra-Nevada, et à des lignes plus orientales sur ce même parallèle. Notre ligne traverse un pays sauvage et désolé et passe par une altitude de 4200m. Cette région est presque dénuée de végétation : son eau est très rare et dite *alkaline*. Il n'y a là ni bois ni marais. Sur une longueur de 96km, dans un terrain que nous aurons à parcourir, l'eau manque entièrement. Nous ne pourrons quitter un trou à eau jusqu'à ce que notre éclaireur indien en ait découvert un autre. La longueur de la ligne à étudier est d'environ 650km, sa tête nord-ouest est *dans* le lac Tahoe, son bout sud-est est à la rivière Colorado, aussi *dans* l'eau.

» Je construirai un réseau de triangles autour de ces deux extrémités et je les relierai à des stations dont les longitudes seront déterminées par télégraphe. Puis, après avoir enfermé la ligne principale dans une chaîne de triangles, je rattacherai plusieurs points de cette ligne, par des directions secondaires, à des monuments bâtis d'espace en espace. Il faudra certainement trois campagnes pour achever ce travail, qui mettra à une rude épreuve mes forces physiques et celles de tous mes collaborateurs.

» Dans une lettre précédente, M. Davidson nous mandait ce qui suit :

» J'ai observé l'essaim d'étoiles filantes du 23 novembre 1892. C'est le plus beau phénomène de ce genre que j'aie vu, quoique les météores ne fussent pas grands. Couché sur des planches froides pendant plus d'une heure, et observant près du zénith, j'ai constaté le lieu du radiant dans la constellation d'Andromède, ainsi que son changement. J'ai vérifié ce changement plus tard dans la nuit, quand le phénomène était presque épuisé.

» Après quinze mois d'efforts, j'ai terminé mes observations de latitude en travaillant de 6h à 9h dans les nuits claires. Les astronomes qui ont mesuré leurs latitudes à Washington et à Honolulu ont réuni 5700 observations; tout seul j'en ai fait 5300. J'aurais atteint leur nombre si je n'avais dû interrompre en m'établissant sur les monts Diablo et Conness, pour mesurer le grand triangle. Cette dernière station fut atteinte par mes porteurs d'héliotrope après vingt-cinq jours de combats à travers les neiges de la montagne. J'ai pu réunir enfin 71 observations, tout en changeant soixante et une fois la position du cercle. La distance du mont Conness est de 230km. La grande vallée de Californie était si pleine de fumée que, pendant plus de la moitié du temps, je ne pouvais pas voir la sierra Nevada. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau type de phosphorites;* par M. Armand Gautier.

« Dans une précédente Communication j'ai fait connaître les conditions géologiques du gisement de phosphates de la grotte de Minerve [1],

---

[1] *Comptes rendus*, t. XVI, p. 928. Dans les nombreuses grottes de cette région, et même dans celle de Bize, ces dépôts de phosphates se sont également produits, mais l'immense caverne de Minerve permet d'étudier en grand ce phénomène.

grotte à parois nummulitiques reposant sur le dévonien. J'ai donné la composition des terres superficielles de remplissage et des ossements qu'elles empâtent.

» A la profondeur de 3 à 4 mètres au-dessous du sol, le terrain durcit, se concrétionne et se transforme en une roche jaunâtre, assez facile à broyer, sans éclat, formant un lit d'une épaisseur de 5^m à 9^m, suivant les ondulations du dévonien sous-jacent, roche de composition peu variable. L'analyse de l'un des échantillons types a donné les nombres suivants :

Eau perdue jusqu'à 175°	11,75
Eau perdue de 175° au rouge, et matière organique azotée (1)	5,43
Silice	13,00 (2)
Chaux	16,24
Alumine	24,29
Acide phosphorique (P^2O^5)	27,59
Magnésie, Fer, SO^3	Traces
Chlore	Nul
Fluor (3)	2,104
	100,404

» Il est facile, en reprenant par une lessive alcaline faible la matière pulvérisée, de s'assurer que le phosphate d'alumine y préexiste bien. D'autre part, les acides étendus laissent comme résidu insoluble une certaine proportion d'argile. En tenant compte de ces deux observations, on arrive à représenter la constitution de cette roche comme il suit :

I. Eaux hygrométrique et de constitution	12,157
Matière organique azotée, environ	1,900
Phosphate tribasique de chaux	24,251
Phosphate d'alumine P^2O^5, Al^2O^3	28,327
Alumine en excès	3,612
Fluorure de calcium	4,319
Argile $(Al^2O^3)^2.5SiO^2$	21,845
Eau de constitution de cette argile	3,121 (4)
Magnésie, oxyde ferrique, SO^3	traces
	99,532

(1) On a trouvé 0,31 d'azote organique pour 100 de roche. Calculé à l'état d'osséine modifiée cet azote correspond à 1,9 pour 100 de matière organique.

(2) En tenant compte de 1,673 de SiO^2 correspondant au fluorure de silicium volatilisé dans le traitement par les acides.

(3) Dans toutes ces analyses, sauf dans celles des ossements, le fluor a toujours été dosé par l'excellente méthode de M. A. Carnot.

(4) Calculée pour la formule ordinaire $(Al^2O^3)^2(SiO^2)^5, 4H^2O$ et pour la quantité de silicate d'alumine trouvée.

» On voit que cette roche est formée par l'association du phosphate de chaux au phosphate d'alumine; celui-ci, en quantité prépondérante; il est uni, comme on le verra plus loin, à un excès d'alumine. Ces deux phosphates sont combinés au fluorure de calcium dans la proportion de 8,2 de $CaFl^2$ pour 100 de phosphates, ou de 15,6 de $CaFl^2$ pour 100 de P^2O^5 (1). Enfin la roche est mélangée d'une quantité très sensible d'argile.

» Tous les phosphates concrétionnés que j'ai analysés dans ce singulier gisement ont une composition semblable. Presque toujours la moitié ou plus de la moitié de l'acide phosphorique est unie à l'alumine, le reste l'étant à la chaux. Voici, comme nouvel exemple, l'analyse d'un bloc grisâtre, marbré par places de tons roses, traversé de veinules de calcaire stalagmitique. Son aspect exceptionnel m'a déterminé à l'examiner de plus près. Sa composition était la suivante :

II.	Eau d'humidité	12,06
	Eau de constitution avec un peu de matière azotée	9,76
	Carbonate de chaux	2,84
	Sulfate de chaux	0,36
	Argile	4,83
	Silicate de chaux	3,70
	Silicate de magnésie SiO^3Mg	1,02
	Phosphate tribasique de chaux	27,69
	Phosphate d'alumine $(PO^4)^2Al^2$	30,53
	Alumine en excès	2,82
	Fluorure de calcium	3,12
	Chlorure de calcium	0,037
	Oxyde ferrique	1,28
	Silice	0,125
	Arsenic, cuivre, traces de plomb et de manganèse (2)	0,020
		100,212

» Ainsi, contrairement à ce qui se passe pour les phosphates naturels, dont on a publié tant d'analyses, phosphates qui contiennent toujours une quantité suffisante de chaux pour saturer complètement, ou presque complètement, l'acide phosphorique et le fluor, ici non seulement la totalité de la chaux ne suffirait pas à faire du phosphate tribasique, mais même du bibasique. Dans l'analyse I, pour 27,59 de P^2O^5, il faudrait 32,54

(1) Dans les phosphorites ordinaires, pour 100 parties d'acide phosphorique, le fluorure de calcium s'élève à 18,5 ou 19 parties; mais, comme on le verra plus loin, le phosphate d'alumine s'unit à une quantité plus faible de fluorures.

(2) Arsenic en quantité très sensible.

de CaO pour faire du phosphate tribasique, et 21,76 pour faire du bibasique; on a trouvé, en tout, 16,24 de chaux. Dans l'analyse II, pour 30,56 de P^2O^5, il faudrait 36,05 de chaux pour le phosphate tribasique et 24,03 pour le bibasique; on n'en a trouvé que 20,10 : encore une partie notable de cette chaux est-elle à l'état de carbonate et de sulfate [1].

» Les deux phosphates de chaux et d'alumine qui, par leur association, constituent cette roche, sont mélangés et non combinés. La variabilité de leurs proportions, suivant la profondeur et les points des galeries où l'on recueille les phosphates, suffirait à le démontrer. Voici l'analyse de deux échantillons que nous prenons, il est vrai, parmi les plus exceptionnels. L'un III gisait sous forme de blocs ovoïdes, peu denses, friables, de couleur tourterelle, répandus sur le sol de la galerie dite des *Tribunes*. L'autre IV faisait partie d'une couche bleuâtre, d'aspect argileux, formée d'une substance compacte, mais très tendre, et si légère que la matière nage sur l'eau. Sa densité apparente a été trouvée de 0,49. Cette couche, toute locale, fut traversée par un puits de sondage à $9^m,50$ au-dessous du sol; elle se trouve toujours au contact du dévonien :

	III.	IV.
Eau hygrométrique	9,667	26,52 (Eau hygrométrique + Eau perdue après 160°)
Eau perdue après 160°	19,656 (Eau perdue après 160° + Matière organique)	
Matière organique azotée détruite au rouge		8,23 [2]
Argile avec sable siliceux	2,546	9,89
Phosphate tricalcique	53,069	11,293
Phosphate d'alumine $(PO^4)^2Al^2$	6,581	37,974
Phosphate de fer	Trace	2,302
Phosphate de magnésie	Trace	Trace
Fluorure de calcium	3,505	0,890
Chlorure de calcium	0,344	Nul
Carbonate de chaux	0,777	Trace
Sulfate de chaux	4,202	Trace
Excès d'alumine soluble dans les acides étendus	»	2,746
	100,347	99,845

» On voit que, quel que soit le point où l'on recueille ces phosphates et quelle que soit la nature exceptionnelle de l'échantillon, toujours le phosphate de chaux est accompagné d'une quantité notable, le plus

(1) Il est probable que des phosphates de l'Auxois et des Ardennes, analogues d'aspect aux nôtres, contiennent une certaine proportion de phosphate d'alumine.

(2) Matière organique vert noirâtre, glutineuse, bouchant les filtres, peu azotée, insoluble dans les acides.

souvent prépondérante, de phosphate d'alumine. Le type de ces phosphorites est donc fort différent de celui des phosphorites ordinaires où toujours la chaux suffit à saturer l'acide phosphorique. Voici quelques analyses de ces phosphates naturels recueillis prises dans divers terrains géologiques. Elles montreront cette différence de constitution (¹):

	A (1). Sables phosphatés de la Somme (Crétacé).	B (2). Sables phosphatés de la Somme (Crétacé).	C (3). Phosphorites noduleuses de Mons (Craie).	D (4). Phosphorites concrétionnées du Berry (Lias).	E (5). Nodules de l'Auxois (Infralias).
Eau avec un peu de matière organique	2,42	4,71	4,72	»	4,10
Sable, argile, etc	1,26	3,48	12,99	12,42	14,40
Acide phosphorique (P^2O^5)	38,76	33,77	25,60	25,73	28,59
(CO^2)	1,66	4,03	5,40	4,10	2,50
SO^3	0,32	1,13	2,43	»	0,17
CaO	48,26	45,48	37,65	36,30	34,49
MgO	0,06	0,07	0,63	1,08	0,18
Al^2O^3	0,22	0,48	1,98	3,68	2,47
Fe^2O^3	0,47	0,82	3,50	4,45	7,24
$CaFl^2$	6,95	6,25	5,09	»	4,90
	100,38	100,22	99,99		99,04

Pour 100 de phosphate de chaux .... $CaFl^2$ en moyenne : 8,75
Pour 100 d'acide phosphorique P^2O^5 ..... » 19,01

» Le Tableau suivant donne les quantités de chaux *trouvées* et *calculées* pour le phosphate tribasique d'après les poids d'acide phosphorique indiqués dans les cinq analyses ci-dessus

	A.	B.	C.	D.	E.
P^2O^5 trouvé dans 100 parties de phosphorites	38,76	33,77	25,60	25,73	28,59
CaO *calculée* pour constituer du phosphate tribasique avec l'acide phosphorique trouvé	45,73	39,84	30,20	30,36	33,73
CaO *trouvée*, déduction faite de la chaux attribuable à CO^2 et à SO^3, ou à l'état de fluorure $CaFl^2$	46,32	40,50	30,30	32,04	31,77

(¹) Ces analyses sont empruntées à M. Lasne qui a fait une étude attentive de ces phosphates et par de bonnes méthodes. Le n° (1) se rapporte à un phosphate riche de Beauval (Somme), craie grise à *Belemnitella quadrata*. — (2) Couche noduleuse de la base de la craie grise. — (3) Phosphorites noir verdâtre du bois d'Havré,

» On voit que seule l'analyse E présente, sur la quantité théorique de chaux répondant au phosphate tribasique, un léger déficit; mais on remarquera que, dans ce cas, l'oxyde de fer sature une partie très sensible de l'acide phosphorique.

» Tous les phosphates aujourd'hui connus : phosphates concrétionnés rocheux, farineux ou sablonneux, d'origine animale ou végétale; phosphates vitreux ou agatiformes déposés par les eaux minérales, quels que soient l'origine ou le terrain, tous ces phosphates sont formés par un mélange d'argile, de sable siliceux, de craie, avec du phosphate tribasique de chaux uni à 8,5 pour 100 environ de son poids de fluorure de calcium. Dans tous ces phosphates, l'acide phosphorique, soluble dans le citrate d'ammoniaque ammoniacal, ne dépasse pas 0,6 à 0,7 pour 100 de roche.

» Nos phosphates répondent à un autre type : le phosphate d'alumine s'y trouve en quantité généralement prépondérante, soluble à froid dans les lessives alcalines faibles, et, en grande partie, dans le citrate d'ammoniaque ammoniacal. La dose que ce réactif dissout varie de 1,5 à 18 d'acide phosphorique pour 100 de phosphate naturel.

» Quoique dans la roche concrétionnée de Minerve l'acide phosphorique se partage généralement presque par égale part entre la chaux et l'alumine, ces deux phosphates ne sont qu'associés ou très faiblement unis, comme le montre la facile solubilité du phosphate d'alumine dans les réactifs ci-dessus. On connaît, il est vrai, un phosphate double de chaux et d'alumine, la *cirrolite*, substance compacte présentant des traces de clivage, et répondant à la composition

$$(P^2O^5, 3CaO)^2(P^2O^5, Al^2O^3)Al^2O^3, 3H^2O.$$

Un autre minéral, la *tavistockite*, forme une matière pulvérulente composée d'aiguilles cristallines d'un blanc perlé, qui répondent à la formule

$$(P^2O^5, 3CaO)Al^2O^3, 3H^2O;$$

mais ce sont là des espèces très rares signalées dans quelques filons quartzeux des terrains anciens, espèces d'origine hydrominérale qui démontrent

---

environs de Mons (Belgique). — Dans les analyses (1), (2) et (3), la matière avait été séchée au préalable sur SO^4H^2 dans l'exsiccateur. — (4) Phosphorites concrétionnées du Berry, texture poreuse. — (5) Nodules très tendres, friables, légers, blancs, gris ou jaunes. Séchés au soleil, ils pèsent environ 1000^{kg} par mètre cube.

la légère tendance que possède le phosphate de chaux à se rapprocher des phosphates d'alumine ou de l'hydrate de cette base. Dans nos phosphorites, la variété même de composition de beaucoup d'échantillons suffirait à montrer que les deux phosphates sont simplement rapprochés.

» Il nous était réservé de trouver séparés dans le curieux gisement de Minerve les deux phosphates de chaux et d'alumine séparés : le *phosphate d'alumine hydraté* et le *biphosphate de chaux cristallisé*. Ils feront le sujet d'une prochaine Communication. »

MÉCANIQUE. — *Sur un cas général où le problème de la rotation d'un corps solide admet des intégrales s'exprimant au moyen de fonctions uniformes.* Seconde Note de M. **Hugo Gyldén**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Charles Hermite.)

« Considérons un solide de révolution, homogène, suspendu par un point de son axe et attiré par un point extérieur. Supposons que la distance entre les deux points mentionnés soit constante, et fixons au point de suspension l'origine de deux systèmes de coordonnées, l'un fixe dans l'espace, et l'autre mobile et coïncidant avec les axes principaux d'inertie. Prenons pour axe des z, dans le système fixe, la direction de l'origine au point attirant, et désignons la distance invariable entre ces points par ρ. Soient ensuite x, y, z les coordonnées d'un point du solide rapportées aux axes fixes, r son rayon vecteur, et Δ sa distance du point attirant. Nous aurons alors

$$\Delta^2 = r^2 - 2z\rho + \rho^2.$$

» Désignons de plus par x_1, y_1, z_1 les coordonnées du point considéré rapportées aux axes d'inertie, et supposons qu'on ait

$$z = a''x_1 + b''y_1 + c''z_1,$$

a'', b'' et c'' étant donnés moyennant les formules

$$a'' = -\sin\varphi\sin\theta, \qquad b'' = -\cos\varphi\sin\theta, \qquad c'' = \cos\theta.$$

» Exprimons encore x_1, y_1, z_1 par des coordonnées polaires, en faisant

$$x_1 = -r\sin\chi\sin\omega, \qquad y_1 = -r\sin\chi\cos\omega, \qquad z_1 = r\cos\chi,$$

et posons finalement

$$\cos\chi = \mu.$$

» Cela étant, la fonction des forces qui, dans ma dernière Communication, fut désignée par U, s'exprimera au moyen de la formule

$$U = l\int \frac{dm}{\Delta},$$

dm étant l'élément de la masse et l une constante. Mais, puisque nous supposons la densité constante, la fonction dont il s'agit s'exprimera de la manière suivante

$$U = \frac{l}{\rho}\int_{-1}^{+1}\int_{0}^{2\pi}\int_{0}^{R} \frac{r^2\, d\mu\, d\omega\, dr}{\sqrt{1 - 2\frac{r}{\rho}\left[\mu\cos\theta + \sqrt{1-\mu^2}\sin\theta\cos(\varphi - \omega)\right] + \frac{r^2}{\rho^2}}},$$

où l'on a désigné par R le rayon prolongé jusqu'à la surface du solide.

» Maintenant, en développant suivant les puissances de $\frac{r}{\rho}$, rapport que nous supposons moindre que l'unité, et en désignant les coefficients par P_n, nous aurons, après avoir effectué l'intégration par rapport à r,

$$U = \frac{l}{\rho}\sum \frac{1}{(u+3)\rho^n}\int_{-1}^{+1}\int_{0}^{2\pi} R^{n+3} P_n\, d\mu\, d\omega.$$

» On sait que les P_n sont composés par plusieurs termes, l'un étant indépendant de ω, mais les autres, multipliés par le sinus ou le cosinus d'un multiple de ω. Or, ces termes-ci disparaissant par l'intégration, pourvu que R soit une fonction de μ seul, il suffira donc de ne mettre en évidence que le premier terme.

» En désignant par $X_n(\mu)$ les polynômes de Legendre, de sorte qu'on aura

$$X_n(\mu) = \frac{1.3\ldots(2n-1)}{1.2.3\ldots n}\left[\mu^n - \frac{n(n-1)}{2(2n-1)}\mu^{n-2} + \ldots\right],$$

le terme de P_n qu'il faut considérer est celui-ci :

$$P_n = X_n(\mu)\, X_n(\cos\theta).$$

» Supposons maintenant que le rayon vecteur R soit exprimé moyennant la formule

$$R = a(e_0 + e_1\mu + e_2\mu^2 + \ldots + e_\nu\mu^\nu),$$

a, e_0, e_1, ..., e_ν étant des constantes choisies de manière qu'on ait

$$|e_0| + |e_1| + \ldots + |e_\nu| = 1.$$

On en déduit facilement les formules

$$
\begin{aligned}
R &= a\,[e_0^{(1)} + e_1^{(1)}X_1(\mu) + e_2^{(1)}X(\mu) + \ldots + e_\nu^{(1)}X_\nu(\mu)],\\
R^2 &= a^2[e_0^{(2)} + e_1^{(2)}X_1(\mu) + \ldots\ldots\ldots\ldots + e_{2\nu}^{(2)}X_{2\nu}(\mu)],\\
R^3 &= a^3[e_0^{(3)} + e_1^{(3)}X_1(\mu) + \ldots\ldots\ldots\ldots + e_{3\nu}^{(3)}X_{3\nu}(\mu)],\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,
\end{aligned}
$$

où l'on a désigné par $e_0^{(1)}$, $e_1^{(1)}$, ..., $e_\nu^{(1)}$, $e_0^{(2)}$, ... des fonctions des constantes e_0, e_1, ..., e_ν.

» Cela étant, si nous introduisons les valeurs établies dans l'expression de U, et que nous rappelions la formule

$$\int_{-1}^{+1} X_m(\mu)X_n(\mu)\,d\mu = 0,$$

qui, dans le cas où m est égal à n, devient

$$\int_{-1}^{+1} X_n(\mu)\,X_m(\mu)\,d\mu = \frac{2}{2n+1},$$

nous parviendrons facilement à l'expression

$$U = \frac{4\pi l a^3}{\rho}\sum \frac{e_n^{(n+1)}X_n(\cos\theta)}{(n+3)(2n+1)}\left(\frac{a}{\rho}\right)^n.$$

» Le développement que nous venons de mettre en évidence, étant nécessairement convergent, on pourra s'arrêter à un terme déterminé, après quoi on établira, sans peine, le développement suivant les puissances de $\cos\theta$. Cela revient à déterminer les coefficients du développement

$$p^2 + q^2 = \alpha_0 + \alpha_1\cos\theta + \alpha_n\cos\theta^2 + \ldots.$$

» Je remarque encore que les coefficients α_1 et α_2 s'expriment aisément par la masse m du corps suspendu, par la distance z_0 entre le point de suspension et le centre de gravité. Dans les expressions dont il s'agit, il entrera encore les moments principaux d'inertie par rapport au point de suspension que nous désignerons par A, B = A et C, ainsi que les quantités l et ρ. On aura, en effet,

$$\alpha_1 = \frac{2\,l m z_0}{A\rho^2}, \qquad \alpha_2 = -\,2\frac{l(C-A)}{A\rho^3}.$$

» Si l'on négligeait le coefficient α_2, on tomberait dans le cas de La-

grange; mais, si l'on supposait z_0 égal à zéro, on reviendrait au cas de M. Tisserand, en admettant, toutefois, l négatif.

» C'est donc le problème du mouvement d'un corps suspendu qui se résout moyennant les procédés que je viens d'élucider dans cette Communication et dans la précédente. Supposons, toutefois, que R soit une fonction de μ seul, que la densité soit constante et que le point de suspension soit situé sur l'axe du moment C.

» Il me reste à dire un mot sur les expressions de ψ et φ. J'ai indiqué que les dérivées $\frac{d\psi}{du}$ et $\frac{d\varphi}{du}$ sont des fonctions périodiques avec la période 4K. Il s'ensuit que les fonctions ψ et φ seront représentées moyennant les formules

$$\psi = \psi_0 + \psi_1(u - u_0) + \Psi,$$
$$\varphi = \varphi_0 + \varphi_1(u - u_0) + \Phi,$$

ψ_0 et φ_0 étant les deux arbitraires d'intégration, ψ_1 et φ_1 deux coefficients, et finalement Ψ et Φ deux fonctions périodiques avec la période 4K. »

ZOOLOGIE. — *Le surmulot dans l'ancien monde occidental.* Note de M. A. **Pomel**.

« De même que le rat noir (*Mus rattus* L.) passe pour avoir envahi l'ancien monde occidental au retour des croisades ou, d'après d'autres, après la découverte de l'Amérique, de même le surmulot (*Mus decumanus* Pall.) ne serait arrivé dans les mêmes régions, venant d'Orient, de Perse et de l'Inde, dit-on, qu'au milieu du XVIIIe siècle. Pallas écrit que les bandes arrivèrent à Astrakan en 1727, venant de l'Ouest, d'au delà du Volga. Buffon nous apprend que les premiers lieux attaqués sérieusement par le nouvel envahisseur furent les châteaux de Chantilly, Marly et Versailles.

» Il faudra probablement renoncer à cette légende; car, d'après les documents fournis par les fouilles archéologiques exécutées à Cherchell avec tant de persévérance et d'habileté, on peut aussi dire de succès, par M. Waille, professeur à l'École supérieure des Lettres d'Alger, ce même surmulot y vivait à l'époque de l'occupation romaine. En effet, cet archéologue distingué m'a remis quelques débris d'animaux dont l'enfouissement date certainement de cette époque.

» Le plus intéressant est un crâne presque complet de surmulot très

âgé, n'ayant conservé qu'une de ses molaires, méconnaissablement usée. Le seul rongeur du pays comparable pour la taille est le gerbite de Shaw de Duvernoy; mais celui-ci a ses incisives supérieures fortement sillonnées en avant, tandis que notre crâne les a lisses. En outre, la forme de ce crâne est tout à fait caractéristique par le développement remarquable des crêtes frontales et pariétales qui, avec l'occipitale, circonscrivent en dessus un espace presque plat panduriforme nettement délimité. Le seul *Mus decumanus* montre ce caractère. Or M. Waille affirme que ce précieux objet a été certainement trouvé *in situ* dans le sol archéologique qu'il fouillait; il n'y aurait point de doute, le surmulot vivait alors à Cherchell ou, pour mieux dire, à *Julia Cæsarea,* dont les études de M. Waille tendent à rétablir l'histoire. Je laisse à M. Waille le soin de scruter les documents écrits ou autres pour fixer ce point de l'histoire du terrible envahisseur; je ne puis que constater et certifier le fait matériel.

» M. Waille m'a remis aussi quelques débris d'autres animaux qui ne sont pas dépourvus d'intérêt. Trois *Murex brandaris* (animal de la pourpre) paraissent avoir été soumis à la coction sous la cendre, ou jetés dans un foyer.

» Une mâchoire supérieure de bovidé ne paraît pas différer du bœuf actuel du pays. Mais il s'y trouve trois tarses à éperon de gallinacé. L'un d'eux est robuste comme celui d'un gros coq; son éperon est assez grêle très atténué, un peu arqué en haut et long de 25^{mm}; dans un coq actuel un peu fort, cet éperon n'a que 18^{mm} et il est pourtant plus épais. Un deuxième tarse est plus grêle, quoique aussi long, et son éperon n'a que 14^{mm} de long. Le troisième n'est qu'un tronçon avec l'éperon, ayant pour l'os beaucoup d'analogie avec le deuxième; mais son éperon bien plus fort est presque aussi long que celui du n° 1, quoique plus robuste et droit. Ces ossements laissent supposer qu'il y avait des races diverses, races de combat, races d'industrie agricole ou destinées aux aruspices. Je pense que le n° 2 était un vulgaire coq à manger. Il y aurait certainement là des questions intéressantes à résoudre, mais je ne puis que les signaler à la sagacité de mon confrère à l'École supérieure d'Alger. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Physique, en remplacement de feu M. *Soret*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41,

M. Rowland obtient.	37 suffrages.
M. Van der Waals obtient	3 »
M. Thalen obtient.	1 »

M. **Rowland**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1893.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Parkin. — MM. Bouchard, Brouardel, Brown-Séquard, Mascart, Chauveau réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Charcot et Larrey.

Prix Bellion. — MM. Bouchard, Charcot, Guyon, Brown-Séquard, Larrey réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Brouardel et Verneuil.

Prix Mège. — MM. Bouchard, Charcot, Guyon, Larrey, Brown-Séquard réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Brouardel et Verneuil.

Prix Lallemand. — MM. Charcot, Brown-Séquard, Bouchard, Marey, Ranvier réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chauveau et Guyon.

Prix Montyon (Physiologie expérimentale). — MM. Marey, Brown-Séquard, Chauveau, Charcot, Bouchard réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et Milne-Edwards.

Prix L. La Caze (Physiologie). — MM. Chauveau, Ranvier, Milne-

Edwards, réunissent la majorité des suffrages et seront adjoints aux Membres de la Section de Médecine et Chirurgie. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Larrey et Duclaux.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Recherches sur la formation des planètes et des satellites* [Deuxième Partie (¹)]. Note de M. E. **Roger**, présentée par M. Jordan. (Extrait par l'auteur.)

« Imaginons qu'un système de soleils S_1, S, S', ... gravite autour d'un astre central, placé à une distance énorme, mais pourvu, en revanche, d'une masse presque infinie. Établissons entre les moyens mouvements n_1, n, n', n'' les relations suivantes

$$n_1 = 8 - \tfrac{1}{5}, \qquad n = 4 - \tfrac{1}{5}, \qquad n' = 2 - \tfrac{1}{5}, \qquad n'' = 1 - \tfrac{1}{10}.$$

» Le mouvement des soleils S_2, S_1, S', S'' les amènera, après des intervalles de temps périodiques, en conjonction avec notre Soleil. C'est dans le cours de ces phases critiques que se seraient formées les planètes aux dépens du Soleil, par une sorte d'exagération du phénomène actuel des protubérances, et les satellites aux dépens des planètes.

» Si l'on admet que la masse de chacun des corps du système solaire n'est point invariable, mais diminue, au contraire, avec une vitesse constante, les noyaux des planètes et des satellites, une fois consolidés dans le voisinage du Soleil et des planètes, s'éloignent nécessairement de l'astre qui leur a donné naissance. Nous avons montré, dans nos *Recherches sur le système du monde*, que les distances actuelles doivent former, dans cette hypothèse, une progression géométrique, pourvu que les phases critiques soient elles-mêmes en progression arithmétique. Par là s'introduit, dans nos équations, l'exponentielle $c^{\frac{3}{2\pi}}$, qui mesure le rapport existant entre les masses du système au début et à la fin d'une *époque astronomique*, en appelant ainsi la période qui s'étend entre deux conjonctions des soleils S, S'.

» L'exponentielle $c^{\frac{3}{2\pi}}$ est modifiée par certaines inégalités périodiques,

(¹) Voir, pour la première Partie, *Comptes rendus*, t. CXIV.

qui résultent des excentricités des orbites. Ces excentricités altèrent les durées des périodes de stabilité et les distances mutuelles des soleils; elles influent aussi d'une manière très sensible sur le diamètre solaire.

» Les inégalités périodiques peuvent être calculées, pour la plupart, avec une précision presque absolue, étant données les excentricités. Nos calculs attribuent aux excentricités des orbites S_1, S, S′ les valeurs suivantes, le demi grand axe de l'orbite étant pris, dans chaque cas, pour unité de longueur,

$$e_1 = \tfrac{1}{4}, \qquad e = \tfrac{1}{8}, \qquad e' = \tfrac{1}{20}.$$

» Les principales inégalités ont pour arguments $\cos\frac{m\pi}{S}$ et $\sin\frac{m\pi}{S}$, l'indice m désignant le nombre de conjonctions des deux soleils S, S′, à partir de celle où s'est formée la planète Neptune.

» En comparant les moyens mouvements n_1, n, n', on s'explique sans difficulté comment s'introduit dans les formules l'indice $m \pm \frac{1}{4}$. Cet indice correspond aux conjonctions des deux soleils S, S_1. L'indice $m \pm \frac{1}{2}$ signale, au contraire, les oppositions du soleil S avec les deux soleils S_1, S′ entre lesquels il circule, époques de stérilité au point de vue de la formation des planètes et des satellites.

» Les éléments actuels du système solaire seront nécessairement troublés à la longue par la variation des masses. Laplace a déjà montré que la masse du Soleil ne peut s'altérer sensiblement sans qu'il en résulte une modification dans les moyens mouvements; mais l'altération des moyens mouvements peut échapper à l'observation, s'il arrive que la diminution des masses modifie dans la même proportion les durées des révolutions et les durées des rotations des corps célestes. En définitive, il suffit que l'époque astronomique comprenne quelques milliers d'années pour que les changements que doit subir le système solaire soient d'une extrême lenteur. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations solaires du premier trimestre de l'année* 1893. Note de M. **Tacchini.**

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie le résumé des observations solaires faites à l'observatoire royal du Collège romain pendant le premier trimestre de 1893.

1893.	Nombre de jours d'observation.	Fréquence relative des taches.	Fréquence relative des jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombres des groupes par jour.
Janvier..	20	23,10	0,00	98,4	43,5	5,0
Février..	20	23,60	0,00	100,7	53,2	4,7
Mars....	30	19,50	0,00	81,3	66,3	4,9

» La fréquence des taches et des groupes a été à peu près égale à celle du dernier trimestre de 1892; l'extension des taches est plus grande. Plusieurs taches se sont montrées voilées et les facules ont été moins étendues et moins définies; cela nous autorise à admettre une certaine nébulosité de l'atmosphère solaire, confirmée encore par les observations des protubérances, dont voici le résumé :

1893.	Nombre de jours. d'observation.	Protubérances. Nombre moyen.	Protubérances. Hauteur moyenne.	Protubérances. Extension moyenne.
Janvier.......	17	8,12	41",5	2°,1
Février.......	22	9,00	37,5	1,9
Mars.........	29	9,10	38,0	1,9

» Le phénomène des protubérances a été moins prononcé que pendant le trimestre précédent, et nous n'avons observé aucune protubérance ni très belle ni très élevée : une seule fois, dans le mois de mars, nous avons vu une protubérance qui dépassait en hauteur 2'; les hauteurs moyennes sont plus petites que pendant le trimestre précédent.

» Le 16 avril, on a fait des observations de la chromosphère et des protubérances ici, à Palerme et à Catane; elles seront publiées dans les *Memorie degli Spettroscopisti* avec les observations de l'éclipse; le premier contact a été observé par moi avec le spectroscope à $4^h 20^m 40^s,3$ temps de Rome, et à $4^h 20^m 54^s,0$ par M. Millosevich à la manière ordinaire : en rapport avec les deux moyens d'observation. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces isothermiques à lignes de courbure planes dans un système ou dans les deux systèmes.* Note de M. **P. Adam**, présentée par M. Darboux.

« M. Darboux a résolu le premier [1] le problème suivant :

» *Trouver les surfaces isothermiques à lignes de courbure planes dans un système.*

---

[1] *Comptes rendus,* t. XCVI; *Bulletin des Sciences mathématiques,* t. VII.

» Dans le cas général, les plans des lignes de courbure de ce système enveloppent un cône. J'ai réussi, en suivant la voie tracée par l'éminent géomètre, à traiter le cas particulier où les plans de ces lignes de courbure enveloppent un cylindre, et à dégager du résultat :

» 1° Les équations des surfaces isothermiques à lignes de courbure planes dans les deux systèmes;

» 2° Les équations des surfaces à courbure moyenne constante et à lignes de courbure planes dans un système.

» Le ds^2 des surfaces isothermiques, pour lesquelles les lignes de courbure d'un système enveloppent un cylindre, peut s'écrire

$$ds^2 = e^{2h}(du^2 + dv^2).$$

» Soient $v =$ const. les lignes de courbure planes, que nous dirons être du premier système. Si l'on remplace la variable v par une autre v_1 telle que $dv = dv_1\sqrt{1+V^2}$, V étant une fonction arbitraire de v_1, il résulte du Mémoire de M. Darboux que h doit satisfaire aux deux équations à dérivées partielles

$$\frac{\partial h}{\partial u} = Ue^h + U_1 e^{-h}, \qquad \frac{\partial^2 h}{\partial u^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial v^2} = 0,$$

où U et U_1 sont deux fonctions de u dont le produit a pour valeur

$$UU_1 = -\frac{k^2}{4}\operatorname{sn}^2 u, \tag{1}$$

et que l'on trouve égales à

$$U = -\frac{k}{2}\operatorname{sn} u, \qquad U_1 = \frac{k}{2}\operatorname{sn} u. \tag{2}$$

» Cela posé, le calcul conduit aux équations suivantes pour les surfaces cherchées

$$(3)\quad \begin{cases} X = 2i\cos\lambda\dfrac{\operatorname{sn}\dfrac{iv_1}{2}\operatorname{cn}\dfrac{iv_1}{2}\operatorname{dn}\dfrac{iv_1}{2}}{\operatorname{sn}^2\dfrac{iv_1}{2} - \operatorname{sn}^2\dfrac{u}{2}} + k^2\displaystyle\int \operatorname{sn}^2\frac{iv_1}{2}(\cos\lambda + V\sin\lambda)\,dv_1, \\[2ex] Y = 2i\sin\lambda\dfrac{\operatorname{sn}\dfrac{iv_1}{2}\operatorname{cn}\dfrac{iv_1}{2}\operatorname{dn}\dfrac{iv_1}{2}}{\operatorname{sn}^2\dfrac{iv_1}{2} - \operatorname{sn}^2\dfrac{u}{2}} + k^2\displaystyle\int \operatorname{sn}^2\frac{iv_1}{2}(\sin\lambda - V\cos\lambda)\,dv_1, \\[2ex] Z = 2\dfrac{\operatorname{sn}^2\dfrac{iv_1}{2}}{\operatorname{sn}^2\dfrac{u}{2}}\;\dfrac{\operatorname{sn}\dfrac{u}{2}\operatorname{cn}\dfrac{u}{2}\operatorname{dn}\dfrac{u}{2}}{\operatorname{sn}^2\dfrac{iv_1}{2} - \operatorname{sn}^2\dfrac{u}{2}} + \displaystyle\int\frac{du}{\operatorname{sn}^2\dfrac{u}{2}}, \end{cases}$$

V restant fonction arbitraire de v_1, et λ étant défini par l'équation

$$d\lambda = \frac{i\mathrm{V}\,dv_1}{\operatorname{sn} iv_1}.$$

» On déduit de ces équations que les lignes de courbure $v_1 = \text{const.}$ sont dans des plans parallèles à OZ et que leur forme ne dépend pas de V; d'autre part, V étant quelconque, les plans de ces lignes de courbure enveloppent un cylindre quelconque.

» Les surfaces isothermiques à lignes de courbure planes dans les deux systèmes sont nécessairement comprises parmi les surfaces (3). Les fonctions V et λ, qui correspondent à ces surfaces, sont définies par les deux relations

$$(4)\quad \begin{cases} \mathrm{V}\sin\lambda + \cos\lambda = \dfrac{2\mathrm{A}i\operatorname{cn}\dfrac{iv_1}{2}\operatorname{dn}\dfrac{iv_1}{2}}{\operatorname{sn}\dfrac{iv_1}{2}}, \\[2ex] \mathrm{V}\sin\lambda - \cos\lambda = \dfrac{2\mathrm{B}i\operatorname{sn}\dfrac{iv_1}{2}}{\operatorname{cn}\dfrac{iv_1}{2}\operatorname{dn}\dfrac{iv_1}{2}}, \end{cases}$$

A et B étant deux constantes réelles pour une surface réelle.

» Revenant au cas général, si l'on suppose $k = 0$, le produit UU_1 devant être nul d'après la relation (1), on doit supposer soit $\mathrm{U}_1 = 0$, soit $\mathrm{U} = 0$.

» L'hypothèse $\mathrm{U}_1 = 0$ conduit aux équations

$$(5)\quad \begin{cases} \mathrm{X} = ai\cos\lambda\dfrac{\sin 2aiv_1}{\cos 2aiv_1 - \cos 2au}, \\[2ex] \mathrm{Y} = ai\sin\lambda\dfrac{\sin 2aiv_1}{\cos 2aiv_1 - \cos 2au}, \\[2ex] \mathrm{Z} = \quad a\dfrac{\sin 2au}{\cos 2aiv_1 - \cos 2au}, \end{cases}$$

où λ doit être regardé comme une fonction quelconque de v_1.

» Les lignes de courbure $v_1 = \text{const.}$ sont alors des cercles situés dans des plans passant par OZ. Les lignes de courbure $u = \text{const.}$ doivent donc être sphériques, ce qui se vérifie en effet.

» Celles de ces surfaces pour lesquelles les lignes de courbure $u = \text{const.}$ sont planes sont les cyclides de Dupin.

» L'hypothèse $U = 0$ conduit aux surfaces

$$(6)\quad \begin{cases} X = \frac{i}{a}\cos\lambda\cos 2au\sin 2aiv_1 + 2\int(\cos\lambda - V\sin\lambda\cos 2aiv_1)\,dv_1, \\ Y = \frac{i}{a}\sin\lambda\cos 2au\sin 2aiv_1 + 2\int(\sin\lambda + V\cos\lambda\cos 2aiv_1)\,dv_1, \\ Z = 2u - \frac{1}{a}\sin 2au\cos 2aiv_1, \end{cases}$$

λ et V étant deux fonctions de v, assujetties à la seule condition

$$d\lambda = \frac{2aiV\,dv_1}{\sin 2aiv_1}.$$

» Le mode de génération de ces surfaces est analogue à celui des surfaces (3), et celles d'entre elles qui sont à lignes de courbure planes dans les deux systèmes comprennent, comme cas particulier, les surfaces minima d'Ossian Bonnet et d'Enneper.

» Les surfaces qui font l'objet de cette Note donnent lieu aux deux théorèmes suivants :

» 1° *Les seules surfaces isothermiques à lignes de courbure planes dans un système pour lesquelles les plans de ces lignes de courbure passent par une droite fixe sont les surfaces* (5) *pour lesquelles* $U = 0$.

» 2° *Les seules surfaces isothermiques à lignes de courbure planes dans les deux systèmes pour lesquelles les plans des lignes de courbure de l'un des systèmes passent par une droite fixe sont les cyclides de Dupin.*

» On peut se proposer de chercher les surfaces à courbure moyenne constante et à lignes de courbure planes dans un système.

» Pour de telles surfaces :

» *Les plans des lignes de courbure planes enveloppent nécessairement un cylindre.*

» Elles sont donc comprises parmi les surfaces (3); pour les obtenir, il faut donner à V^2 la valeur

$$V^2 = -\frac{1}{1 + a^2k^2\,\text{sn}^2\,iv_1},$$

$\frac{1}{a}$ étant la courbure moyenne.

» En ce qui concerne les surfaces en question :

» *Il n'existe pas de surfaces à courbure moyenne constante différente de zéro et dont les lignes de courbure sont planes dans les deux systèmes.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transcendance du nombre e.* Note de M. **Gordan**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Permettez que je vous donne une démonstration de la transcendance du nombre e, dans laquelle je me sers seulement de la série qui représente ce nombre. Si vous le désirez, je puis vous envoyer également une démonstration de la même proposition par rapport au nombre π; mais je ne crois pas en avoir besoin, parce qu'elle ne diffère pas beaucoup de celle que j'ai l'honneur de vous exposer.

» Je veux montrer qu'il n'existe aucune équation

$$(1) \qquad C_0 + C_1 e + C_2 e^2 + \ldots + C_n e^n = 0,$$

dans laquelle les coefficients C sont des nombres entiers.

» D'abord j'étudie les propriétés de la fonction

$$\varphi(x) = \frac{x^{p-1}}{(p-1)!}(1-x,\ 2-x,\ \ldots,\ n-x)^p,$$

dont M. Hurwitz s'est servi.

» p y est un nombre premier, qui est plus grand que C_0 et n.

» Si l'on fait symboliquement

$$k! = h^k,$$

les quantités

$$\varphi(h), \quad \varphi(h+1), \quad \varphi(h+2), \quad \ldots, \quad \varphi(h+n)$$

y sont des nombres entiers; $\varphi(h)$ n'est pas divisible par p; $\varphi(h+1)$, ..., $\varphi(h+n)$ le sont.

» Si $x \leqq n$ et p croît au-dessus de toute limite, $\varphi(x)$ décroît et devient moindre qu'aucun nombre donné ε.

» De même toute fonction $\psi(x)$, dont les coefficients sont plus petits que les coefficients de la fonction $\varphi(x)$, devient moindre que ε

$$(2) \qquad \psi(x) < \varepsilon.$$

» La fonction e^x est définie par la série

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \ldots.$$

» Je multiplie par

$$r! = h^r$$

et j'obtiens

$$h^r e^x = (x+h)^r + x^r\left(\frac{x}{r+1} + \frac{x^2}{r+1.r+2} + \frac{x^3}{r+1.r+2.r+3} + \cdots\right).$$

» Les coefficients de la série

$$\frac{x}{r+1} + \frac{x^2}{r+1.r+2} + \cdots$$

sont moindres que les coefficients de la série e^x; donc

$$\frac{x}{r+1} + \frac{x^2}{r+1.r+2} + \cdots = q_r e^x,$$

où

$$q_r < 1,$$

$$h^r e^x = (x+h)^r + q_1 x^r e^x,$$

$$\varphi(h) e^x = \varphi(x+h) + \psi(x) e^x,$$

$$\varphi(h) \sum_{x=0}^{k=n} \mathfrak{C}_x e^x = \sum_{x=0}^{x=n} \mathfrak{C}_x \varphi(x+h) + \sum_{x=0}^{x=n} C_x \psi(x) e^x.$$

» Si l'on admet la formule (1) et qu'on fasse croître p au-dessus de toute limite, les sommes

$$\sum_{x=0}^{x=k} C_x e^x \quad \text{et} \quad \sum_{x=0}^{k=n} \mathfrak{C}_x \psi(x) e^x$$

s'évanouiront, de même la somme

$$\sum_{x=0}^{r=n} C_x \varphi(x+h);$$

mais c'est impossible, parce que sa valeur est un nombre entier, qui n'est pas divisible par p. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une application de la théorie des groupes de Lie.* Note de M. **Drach**, présentée par M. Picard.

« Parmi les diverses théories que l'on rencontre en Analyse, l'une de celles qui donnent à la fois les résultats les plus complets et les plus élégants est celle édifiée par Galois pour les équations algébriques. Les beaux

travaux de M. Lie sur les groupes continus ont permis à M. Picard dans un important travail ([1]) d'étendre cette théorie aux équations différentielles linéaires et enfin M. Vessiot dans sa remarquable thèse ([2]) a rendu classique cette extension.

» Il me semble néanmoins que l'on n'a pas mis en évidence, autant qu'on aurait pu le faire, l'idée fondamentale qui a dû diriger ces recherches et la généralité des applications possibles de cette idée. C'est pourquoi je me permets de présenter quelques remarques à ce sujet.

» La différence entre les manières de voir d'Abel et de Galois relatives aux équations algébriques consiste, comme l'on sait, surtout dans ce fait qu'Abel porte son attention sur l'équation elle-même tandis que Galois considère uniquement le système qui définit les fonctions symétriques élémentaires des racines. On voit alors qu'on a réalisé un progrès dans la résolution dès qu'on connaît une fonction non symétrique quelconque des racines et seulement dans ce cas. Galois définit exactement ce progrès par la considération du *groupe* de l'équation.

» Il est aisé de voir que c'est également la substitution d'un système d'équations différentielles à une équation différentielle linéaire qui constitue le point essentiel des recherches de MM. Picard et Vessiot.

» Soit, d'une manière générale, un système d'équations, d'équations différentielles ou d'équations aux dérivées partielles définissant p fonctions $z_1, z_2, \ldots, z_p$ de n variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$ et supposons que la solution générale de ce système $(z_1, \ldots, z_p)$ s'exprime d'une manière *déterminée, toujours la même*, à l'aide d'un nombre fini, r, de solutions particulières *quelconques* $(z_1, \ldots, z_p)_1, \ldots, (z_1, \ldots, z_p)_r$ des variables x_1, $x_2, \ldots, x_n$ et d'un nombre fini k de constantes arbitraires $c_1, \ldots, c_k$ ou de fonctions arbitraires $\varphi_1, \ldots, \varphi_k$ d'arguments déterminés; je dirai que la multiplicité ou le faisceau de multiplicités ainsi défini *dépend d'un nombre limite, r, d'éléments fondamentaux*.

» Il est clair que le mot *quelconques*, employé plus haut, signifie uniquement que les diverses solutions particulières employées ne sont liées par aucune relation d'égalité, quoique elles puissent l'être par des inégalités.

» Si l'on veut édifier une théorie *complète* de la détermination de $(z_1, \ldots, z_p)$, *il est nécessaire* de substituer à la recherche de la solution gé-

---

([1]) *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse;* 1887,
([2]) *Annales de l'École Normale;* 1892.

nérale celle *équivalente*, au point de vue de la difficulté, des r solutions particulières.

» Ce second problème dépend *toujours* de l'étude d'un groupe que l'on obtient de la manière suivante : On écrit les égalités qui donnent la solution générale $(z_1, \ldots, z_p)$ en fonction des solutions particulières, et l'on y remplace successivement : au premier membre $(z_1, \ldots, z_p)$ par r nouveaux systèmes de variables,

$$(Z_1, \ldots, Z_p)_1, \quad \ldots, \quad (Z_1, \ldots, Z_p)_r$$

et, au second membre, les constantes ou les fonctions arbitraires par r nouveaux systèmes de constantes ou de fonctions

$$(c_1, \ldots, c_k)_1, \quad \ldots, \quad (c_1, \ldots, c_k)_r, \quad \text{ou} \quad (\Phi_1, \ldots, \Phi_k)_1, \quad \ldots, \quad (\Phi_1, \ldots, \Phi_k)_r.$$

» Les pr égalités ainsi obtenues définissent entre les pr variables z et les variables Z un groupe de transformations qui est le groupe attendu. On voit que ce groupe peut être continu ou discontinu, fini ou infini, et même complexe. Il joue dans le problème considéré le même rôle que le groupe symétrique dans l'étude des équations algébriques, ou le groupe linéaire et homogène dans l'étude des équations différentielles linéaires. Nous le nommerons *groupe de transformations des éléments fondamentaux* ou simplement *groupe fondamental*.

» Les invariants de ce groupe sont des fonctions d'un nombre limité d'entre eux, formant ce que l'on appelle *un système complet d'invariants*, et peuvent s'écrire immédiatement lorsqu'on connaît les équations qui définissent $(z_1, \ldots, z_p)$ à l'aide de $x_1, \ldots, x_n$. Lorsque les arbitraires qui figurent dans ces équations sont choisies de la manière la plus générale, conservant à la solution générale la propriété énoncée au début, ces invariants du groupe sont les seules fonctions que l'on connaisse sans intégration ou résolution d'équations. Tout abaissement de la difficulté du problème se traduit par la connaissance d'un invariant caractéristique d'un sous-groupe du groupe fondamental et *réciproquement*. Enfin, en ne faisant appel qu'à des opérations d'une nature donnée, on peut indiquer une marche théorique pour la réduction du problème. Ajoutons que le problème auquel nous sommes conduit est un cas particulier du suivant qui est appelé à jouer un rôle de plus en plus grand dans les recherches de M. Lie : on donne les invariants différentiels d'un groupe, calculer les invariants différentiels d'un de ses sous-groupes.

» J'indique ici quelques exemples où les considérations qui précèdent

trouveront leur application. Le plus simple après celui des équations algébriques est donné par les courbes et les surfaces algébriques. Soit proposé de déterminer, lorsqu'on connaît l'équation d'une courbe algébrique d'ordre n, les expressions de x et y en fonction d'un paramètre t; ce problème se décomposera en deux autres : 1° trouver les coordonnées d'un point quelconque en fonction des coordonnées de $\frac{n(n+3)}{2}$ points de la courbe, question qui se rattache aux recherches de Grassmann sur la génération des courbes; 2° déterminer $\frac{n(n+3)}{2}$ points de la courbe. Ce dernier problème est l'étude d'un groupe fini à $\frac{n(n+3)}{2}$ paramètres, connu dès que le premier problème est résolu et qui doit jouer un rôle fondamental dans l'étude des courbes algébriques.

» Citons en passant l'étude des équations transcendantes dont les racines dérivent d'un nombre limité d'entre elles par les substitutions d'un groupe discontinu et arrivons aux systèmes différentiels. Des cas simples sont donnés par les équations différentielles linéaires traitées en détail par M. Vessiot, l'équation de Riccati et en général les systèmes simultanés qui font l'objet des recherches de MM. Vessiot et A. Guldberg.

» Une application plus importante consiste dans l'étude des équations linéaires aux dérivées partielles du premier ordre et des systèmes complets de telles équations. Le groupe fondamental est dans ce cas un groupe ponctuel général et les plus importantes recherches de M. Lie sur ce sujet forment dans cette étude la partie correspondant aux travaux d'Abel sur les équations algébriques.

» J'ajoute que les groupes infinis qu'il y aura à considérer dans cette théorie seront précisément ceux découverts par M. Picard et signalés par lui dans un article du *Journal de Liouville* (1892).

» Je demanderai à l'Académie la permission d'indiquer dans une prochaine Note comment on peut appliquer les mêmes considérations à la plupart des problèmes traités par M. Darboux dans ses célèbres *Leçons sur la théorie des surfaces* et de développer les résultats auxquels on parvient dans ces différentes directions. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la limitation du degré pour les intégrales algébriques de l'équation différentielle du premier ordre*. Note de M. **Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Conservant les définitions et notations de ma dernière Note (23 janvier 1893), je me propose d'établir le théorème suivant :

» *Le degré n de l'intégrante algébrique irréductible* G, *située sur une surface algébrique* $\mathfrak{F}$ *de degré* N, *est limité, dès qu'on limite le degré* μ *de multiplicité sur* G *d'un point singulier quelconque de* $\mathfrak{F}$.

» La Note du 23 janvier 1893 énonçait cette proposition dans le cas particulier où G était l'*intégrante générale* et $\mathfrak{F}$ n'avait que des nodaux ordinaires. G sera maintenant une quelconque des intégrantes algébriques, en nombre fini ou infini, situées sur $\mathfrak{F}$; $\mathfrak{F}$ aura des singularités quelconques. Sont exclues, toutefois, les courbes multiples et les courbes *nodales,* c'est-à-dire formées de points nodaux. Cela revient à supposer que l'équation différentielle H, représentée par $\mathfrak{F}$, est dépourvue d'*intégrale singulière*.

» Les seuls points multiples de G seront les nodaux et points multiples de $\mathfrak{F}$; soient M un pareil point, m sa projection sur un plan quelconque X. Les procédés de Briot et Bouquet, généralisés par MM. Poincaré et Picard, fournissent les développements en séries des coordonnées, lesquels correspondent aux diverses branches de G, en nombre limité μ, issues de M. On peut alors, par des méthodes imitées d'Halphen et de M. Nöther, limiter pour M quatre entiers α, β, γ, η, dont voici la signification.

» Imaginons, en coordonnées homogènes $z_j (j = 1, 2, 3, 4)$, G donnée par les équations

$$f(z_1, z_2, z_4) = 0, \qquad z_3 u_0(z_1, z_2, z_4) + u_1(z_1, z_2, z_4) = 0$$

d'un cône et d'un monoïde. Sur le plan X ou $z_3 = 0$, il y a α points

$$f = u_0 = 0$$

confondus en m; la singularité en m de la courbe $u_0 = 0$ équivaut au passage par β points simples.

» Au point M, G perce en γ points confondus la surface

$$\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 \\ b_1 & b_2 & b_3 & b_4 \\ z_1 & z_2 & z_3 & z_4 \\ F_1 & F_2 & F_3 & F_4 \end{vmatrix} = 0,$$

$F_j = \frac{\partial F}{\partial z_j}$, $F = 0$ étant l'équation de $\mathfrak{F}$; a et b sont des constantes quelconques. Enfin, η est le nombre dont le point singulier m réduit la classe Λ de la courbe $f = 0$.

» Cela posé, on n'a plus qu'à suivre la marche indiquée dans la Note du 23 janvier 1893.

» Exprimons que G est sur $\mathfrak{F}$; il vient

$$\delta \leqq \psi(N) + \frac{n(n-3)}{2} - nN + \Sigma(\beta - \alpha),$$

où δ est le nombre des points doubles apparents de G. La sommation s'étend à tous les points, tels que M, nodaux ou multiples pour $\mathfrak{F}$, par lesquels passe G. Les points M sont en nombre fini et connu sur $\mathfrak{F}$.

» Cherchons maintenant le nombre A de points sur G qui satisfont à une relation infinitésimale Ω, d'ailleurs quelconque. On peut évaluer successivement A en considérant G soit comme isolée dans l'espace, soit comme située sur $\mathfrak{F}$. Égalant les deux valeurs de A, on trouve l'égalité

$$nN = \Lambda + \Sigma\gamma,$$

Λ étant la classe de la courbe $f = 0$. Il est remarquable que la relation soit indépendante de la nature particulière supposée à la condition infinitésimale Ω.

» Enfin

$$\Lambda = n(n-1) - 2\delta - \Sigma\eta.$$

Éliminons Λ et δ, il vient l'inégalité définitive

$$(0) \qquad n(N+2) \leqq 2\psi(N) + \Sigma(2\beta - 2\alpha + \eta - \gamma)$$

qui limite n; d'ailleurs,

$$\psi(N) = \frac{(N+1)(N+2)(N+3)}{6} - 1$$

est le nombre des paramètres afférents à une surface de degré N.

» Un point singulier M de $\mathcal{F}$ se comporte comme un nodal sur chacune des nappes de $\mathcal{F}$ qui s'y réunissent. M peut être envisagé comme constitué par la réunion d'un certain nombre de nodaux. Si les divers nodaux de $\mathcal{F}$, isolés ou réunis à plusieurs en un point singulier, sont des cols, le nombre μ est immédiatement limité par les procédés de Briot et Bouquet, et la formule (o) est applicable sans aucune hypothèse supplémentaire. Dans ce cas particulier, le problème relatif à l'intégration algébrique de l'équation différentielle H est complètement résolu.

» Pour achever la solution dans ce cas général, il me reste :

» 1° A limiter les nombres μ pour les nœuds de $\mathcal{F}$, distincts ou confondus en un point singulier;

» 2° A étudier les surfaces $\mathcal{F}$ ayant un nombre infini de nodaux.

» Ce sont les surfaces, exclues au commencement de la présente Note, ayant des courbes multiples ou nodales. La formule (o) subsiste, mais n'est plus d'aucun usage, puisque la somme Σ a un nombre illimité de termes.

» Ces recherches feront l'objet de Communications ultérieures. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème relatif à la transformation des courbes algébriques.* Note de M. SIMART, présentée par M. Picard.

« M. Nöther a démontré qu'*on peut toujours, par une transformation de Crémona, transformer une courbe algébrique quelconque en une autre n'ayant que des points multiples à tangentes distinctes*. Peut-on ramener tous les points multiples à être des points doubles? Ce résultat, affirmé par bien des auteurs, n'a jamais, que je sache, été démontré rigoureusement. Halphen, dans son *Étude sur les points singuliers des courbes planes,* arrive à ce théorème, mais en passant sur une difficulté signalée par M. Picard dans le deuxième Volume de son *Traité d'Analyse*. Voici, je crois, une démonstration à l'abri de toute objection.

» Soit $f(x, y) = 0$ une courbe algébrique de degré m dont tous les points multiples sont à tangentes distinctes et dont les m directions asymptotiques sont différentes; la direction des axes est d'ailleurs arbitraire.

» L'origine étant supposée un point multiple d'ordre n, effectuons sur cette courbe la transformation suivante

$$(\Sigma) \qquad \begin{cases} X = \dfrac{S_1}{S_3} = \dfrac{x(x+y+1)}{y(x+1)}, \\ Y = \dfrac{S_2}{S_3} = \dfrac{x[(1+\alpha)x+\alpha]+\beta y(x+y+1)}{y(x+1)}, \end{cases}$$

où je ne conserve que deux arbitraires α et β uniquement pour simplifier la démonstration.

» A la courbe proposée correspond par la transformation (Σ) une courbe $F(X, Y) = 0$.

» On démontre que les deux courbes f et F se correspondent point par point, qu'aux points multiples à tangentes distinctes de la courbe f correspondent des points multiples à tangentes distinctes de la courbe F, sauf le point multiple d'ordre n à l'origine qui aura été remplacé par n points distincts sur la courbe F, enfin que la courbe F a $2m - n$ directions asymptotiques distinctes. Mais la transformation (Σ) aura fait naître des points doubles et peut-être même des points triples, qui correspondent aux points distincts (x, y), (x', y') de f pour lesquels on aura

$$\frac{S_1(x, y)}{S_1(x', y')} = \frac{S_2(x, y)}{S_2(x', y')} = \frac{S_3(x, y)}{S_3(x', y')}, \qquad f(x, y) = 0, \qquad f(x', y') = 0.$$

» Nous nous proposons de montrer que les solutions de ces quatre équations seront simples et s'associeront seulement deux à deux pour former des points doubles à tangentes distinctes.

» Dans ce but, nous effectuerons successivement les transformations suivantes, dont les deux premières sont birationnelles de plan à plan,

$$(\Sigma_1) \qquad x = x, \qquad \eta = \frac{y}{x},$$

$$(\Sigma_2) \qquad X = \frac{x(1+\eta)+1}{\eta(x+1)}, \qquad \eta = y,$$

$$(\Sigma_3) \qquad X = X, \qquad Y = \frac{\eta X(1+\beta\eta^2)+\alpha\eta-1}{\eta^2}.$$

Par ces transformations (Σ_1) et (Σ_2), on fait correspondre à la courbe f une courbe f_2 de degré $3m - 2n$.

» On démontre, sans difficulté, que la courbe f_2, dont les coefficients ne contiennent ni α, ni β, n'a, en dehors de l'axe des x et de l'axe des η, que des points multiples à tangentes distinctes correspondant à ceux de f, qu'à $\eta = 0$ correspondent $m - n$ valeurs de X infinies, mais donnant à ηX des valeurs finies et distinctes, et qu'à $X = \infty$ correspondent m valeurs distinctes de η, et $m - n$ autres valeurs nulles, mais donnant à ηX des valeurs finies et distinctes.

» Par la transformation (Σ_3), la courbe f_2 se transforme en la courbe F, et les points doubles ou triples, dont nous avons parlé précédemment, correspondent aux points distincts (X, η), (X, η') de f_2, pour lesquels on

aura

$$(E)\quad \frac{\eta X(1+\beta\eta^2)+\alpha\eta-1}{\eta^2}=\frac{X\eta'(1+\beta\eta'^2)+\alpha\eta'-1}{\eta'^2},\quad f_2(X,\eta)=0,\quad f_2(X,\eta')=0.$$

» La première des équations (E) donne pour X, après suppression du facteur $\eta-\eta'$, une fonction symétrique de η et η',

$$(I)\qquad X=\frac{\alpha\eta\eta'-(\eta+\eta')}{\eta\eta'(\beta\eta\eta'-1)}.$$

» Le produit

$$\Pi[X\eta\eta'(\beta\eta\eta'-1)+\eta+\eta'-\alpha\eta\eta']$$

étendu à toutes les racines prises deux à deux de l'équation $f_2=0$, et égalé à zéro, donnera une équation $\Phi(X)=0$ dont les racines correspondront aux points pour lesquels il existera deux ou trois valeurs de η donnant à Y la même valeur. Ces racines doivent dépendre de α et de β; car supposons que l'une d'elles soit indépendante de α. Pour une pareille valeur de X, les valeurs correspondantes de η, fournies par l'équation $f_2=0$, seraient aussi indépendantes de ce paramètre, puisque la fonction f_2 ne contient pas les paramètres α, β. On devrait donc avoir pour des valeurs X, η, η' indépendantes de α, la relation

$$\beta X\eta^2\eta'^2+\eta+\eta'-\eta\eta'X-\alpha\eta\eta'=0$$

quel que soit α, ce qui ne peut avoir lieu que pour η ou η' nul, donc, d'après ce que nous avons dit, pour $X=\infty$. Mais cette valeur n'est pas à considérer puisque les directions asymptotiques de la courbe F sont distinctes. Par suite, les racines de l'équation $\Phi(X)=0$, que nous avons en vue, doivent dépendre à la fois de α et β.

» Il résulte de là qu'il ne peut y avoir plus de deux valeurs de η, correspondant à une même valeur de X, donnant à Y la même valeur. En effet, dans le cas où il existerait trois telles valeurs $\eta\eta'\eta''$, on aurait $X=\frac{1}{\alpha\eta\eta'\eta''}$; donc X devrait satisfaire aussi à l'équation $\Psi(X)=\Pi(\alpha X\eta\eta'\eta''-1)=0$, le produit Π étant étendu à toutes les racines de f_2, prises trois à trois. Les racines de cette équation ne peuvent dépendre que de α. Donc les équations $\Psi=0$, $\Phi=0$ sont distinctes, ce qui suffit pour démontrer le résultat que nous avions en vue.

» Pour déterminer effectivement les points doubles on substituera à X,

dans les deux équations $f_2(X, \eta) = 0$, $f_2(X, \eta') = 0$, l'expression (I). On obtient ainsi deux équations de la forme $\chi(\eta, \eta')$, $\chi(\eta', \eta) = 0$.

» Les valeurs que nous cherchons correspondent donc aux points d'intersection d'une courbe avec sa symétrique par rapport à la droite $\eta = \eta'$, en dehors de cette droite. Ces points s'associeront deux à deux pour déterminer des points doubles sur la courbe F, et l'on trouve ensuite immédiatement au moyen des relations (Σ_1), (Σ_2), (Σ_3) les points correspondant (x, y), (x', y') sur la courbe $f = 0$.

» Nous avons ainsi remplacé le point multiple à l'origine par un certain nombre de points doubles, le nombre et la nature des autres points multiples n'ayant pas été altérés. On n'aura donc qu'à continuer ainsi de proche en proche, pour arriver à une courbe n'ayant que des points doubles. »

MÉCANIQUE. — *Sur une classe de problèmes de Dynamique.* Note de M. **Goursat**, présentée par M. Appell.

« Les résultats énoncés récemment par M. Staeckel (*Comptes rendus*, 6 mars 1893) peuvent être généralisés. Conservant les notations de l'auteur, désignons par $q_1, \ldots, q_n$ les variables indépendantes, dont dépend la position du système, par $q'_1, q'_2, \ldots, q'_n$ leurs dérivées par rapport au temps, et par Φ un déterminant de n^2 éléments

$$\Phi = \begin{vmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} & \cdots & \varphi_{1n} \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} & \cdots & \varphi_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \varphi_{n1} & \varphi_{n2} & \cdots & \varphi_{nn} \end{vmatrix},$$

dans lequel tous les éléments de la $k^{\text{ième}}$ ligne sont fonctions de la seule variable $q_k (k = 1, 2, \ldots, n)$. En supposant ce déterminant développé suivant les éléments de la première colonne, on a

$$\Phi = \Phi_{11}\varphi_{11} + \Phi_{21}\varphi_{21} + \ldots + \Phi_{n1}\varphi_{n1}.$$

Posons

$$\Psi = \Phi_{11}\psi_1 + \Phi_{21}\psi_2 + \ldots + \Phi_{n1}\psi_n,$$

ψ_i étant fonction de q_i seulement, et considérons un problème de Dyna-

mique dans lequel la force vive $2T$ et la fonction des forces U ont respectivement pour expressions

$$2T = \Phi\left(\frac{q_1'^2}{\Phi_{11}} + \frac{q_2'^2}{\Phi_{21}} + \ldots + \frac{q_n'^2}{\Phi_{n1}}\right),$$

$$U = \frac{\Psi}{\Phi}$$

(dans sa Note, M. Staeckel suppose $U = C$). Alors l'équation aux dérivées partielles à laquelle conduit la méthode de Jacobi est

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2\Phi}\left[\Phi_{11}\left(\frac{\partial V}{\partial q_1}\right)^2 + \Phi_{21}\left(\frac{\partial V}{\partial q_2}\right)^2 + \ldots + \Phi_{n1}\left(\frac{\partial V}{\partial q_n}\right)^2\right] - \frac{\Psi}{\Phi} = 0.$$

Elle admet l'intégrale complète

$$V = -\alpha_1 t + \sum_{i=1}^{n} \int \sqrt{2(\alpha_1\varphi_{i1} + \alpha_2\varphi_{i2} + \ldots + \alpha_n\varphi_{in} + \psi_i)}\, dq_i,$$

$\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ désignant des constantes arbitraires. On en déduit sans difficulté les équations du mouvement. »

PHYSIQUE. — *Remarques sur la chaleur spécifique du carbone.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Il n'est peut-être pas sans intérêt de rappeler, à l'occasion des récentes expériences de MM. Moissan et Gautier sur le bore, que les chaleurs spécifiques du carbone, pas plus que celles du bore, ne peuvent être mises d'accord avec la loi de Dulong et Petit. M. Monckman avait déjà fait remarquer que les expériences de Weber ne conduisent pas, pour la variation de la chaleur spécifique du carbone, à une loi tendant asymptotiquement vers une valeur fixe, comme on l'affirme habituellement. Ces expériences indiquent, au contraire, une croissance continue au-dessus de 250°; à cette température de 250°, la loi de variation éprouverait un changement brusque et la même discontinuité se retrouverait à la même température pour toutes les autres propriétés du carbone : conductibilité électrique, dilatation, pouvoir thermo-électrique.

» Des expériences récentes, qui ont été faites par MM. Euchène et Biju-Duval, ingénieurs à la Compagnie parisienne du gaz, et qui m'ont été obligeamment communiquées par M. Godot, directeur de cette Compagnie, mettent hors de doute l'exactitude de l'interprétation de Monckman.

Les très nombreuses expériences de ces ingénieurs établissent, en outre, que la chaleur spécifique du graphite (charbon de cornue) croît de 250° à 1000° d'une manière rigoureusement proportionnelle à la température et que le coefficient d'accroissement est beaucoup plus considérable qu'il ne semblerait résulter des expériences de Weber. La chaleur spécifique atomique serait représentée par les formules

De 250° à 1000° .... $c = 3,54 + 0,00246\ t$
De 0° à 250° .... $c = 1,92 + 0,0077\ t$

» La portée scientifique de ces recherches et de recherches analogues, poursuivies sur les métaux, fait vivement désirer qu'elles puissent être publiées *in extenso* par leurs auteurs. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les interférences électriques produites dans une lame liquide*. Note de M. **R. Colson**, présentée par M. A. Cornu.

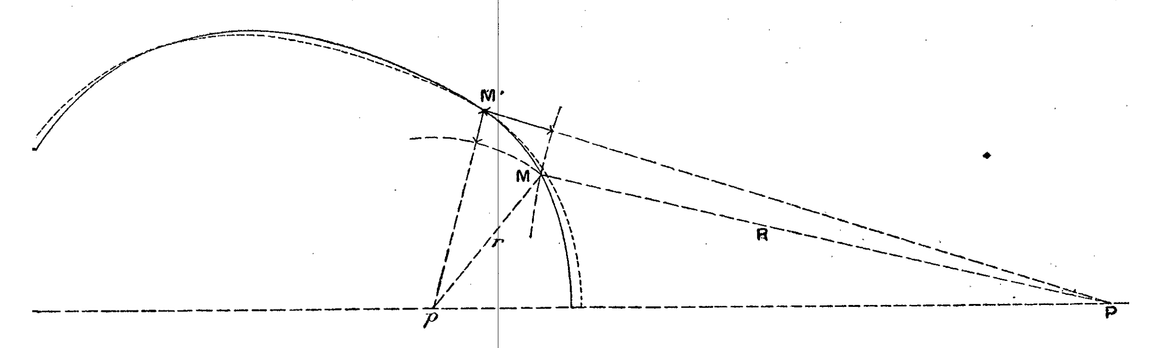
« La source périodique employée est la même que celle qui m'a servi à montrer l'existence d'interférences électriques dans un fil médiocrement conducteur fermant le circuit (¹); c'est une bobine Ruhmkorff alimentée par une pile thermo-électrique. Ici les extrémités des deux fils de cuivre partant des deux bornes de la bobine sont en contact avec une lame médiocrement conductrice formée par une couche liquide étalée sur une plaque de verre. Ces deux contacts constituent deux *pôles,* à partir desquels le flux électrique se propage dans le feuillet liquide sous forme d'ondes périodiques et circulaires.

» J'emploie le téléphone de la même façon que dans mes expériences précédentes, en promenant une borne dans la couche liquide, l'autre borne étant isolée ou en relation avec une capacité constante. Je constate ainsi, comme dans les fils, des points neutres où la perception du minimum de son est très nette; ici je trouve une série de points donnant une *ligne neutre* continue dont la forme varie suivant la nature du liquide, l'écartement des pôles et le fonctionnement de la bobine.

» Pour tracer ces courbes, il est commode d'imbiber d'eau une feuille de papier buvard et de l'étendre sur le verre après l'avoir égouttée; puis,

(¹) Note communiquée à l'Académie dans la séance du 14 novembre 1892.

au moyen d'une pointe métallique adaptée à la borne utile du téléphone, on perce le papier à chacun des points neutres ainsi qu'aux deux pôles. La feuille, séchée, donne par ces trous le moyen de tracer et d'étudier la courbe à loisir. La figure ci-jointe montre, en trait plein, un des résultats obtenus avec l'eau.



» *Équation de la ligne neutre.* — Soient P et p les deux pôles; M un point quelconque de la ligne neutre; R et r ses distances à P et à p. En étudiant un grand nombre de ces courbes, j'ai trouvé qu'elles satisfont à la relation

$$\log R - \log r + A(R - r) = C,$$

A et C étant des constantes pour une même couche.

» Or on arrive théoriquement à une relation de cette forme de la façon suivante.

» *Formule théorique.* — Considérons un flux d'électricité se propageant à partir de l'un des pôles, p par exemple, dans la couche liquide, qui, étant très mince, peut être assimilée à un plan. Appelons q la quantité d'électricité de la partie culminante de l'onde, par unité de surface. Par le fait de la propagation à partir d'un centre, lorsque l'onde passe du rayon r au rayon $r + dr$, q devient $q\frac{2\pi r}{2\pi(r+dr)}$. De plus, si l'on désigne par α la perte subie par l'unité de quantité d'électricité, traversant l'unité de surface du plan, il y a une déperdition $\alpha q\,dr$; d'où

$$-dq = q\left(1 - \frac{r}{r+dr} + \alpha\,dr\right), \qquad -\frac{dq}{q} = \frac{dr}{r} + \alpha\,dr,$$

à un infiniment petit près du second ordre.

» Intégrons et déterminons la constante par la condition $q = q_1$ pour

$r = 1$,

$$- \mathrm{L}q = \mathrm{L}r + \alpha r - \mathrm{L}q_1 - \alpha,$$
$$q = q_1 \frac{e^{-\alpha(r-1)}}{r}.$$

» A la charge q, on substituera le potentiel y, en remarquant que, sur ce plan, leur rapport est constant. On aura donc pour le potentiel la même loi; et, si l'on exprime que les potentiels Y et y des ondes issues des deux pôles sont égaux en valeur absolue en M, il viendra

$$y_1 \frac{e^{-\alpha(r-1)}}{r} = \mathrm{Y}_1 \frac{e^{-\alpha(\mathrm{R}-1)}}{\mathrm{R}}, \qquad \frac{\mathrm{R}}{r} e^{\alpha(\mathrm{R}-r)} = \frac{\mathrm{Y}_1}{y_1},$$

d'où, en prenant les logarithmes,

$$\log \mathrm{R} - \log r + (\mathrm{R} - r)\alpha \log e = \log \frac{\mathrm{Y}_1}{y_1}.$$

» *On retrouve donc, théoriquement, l'équation de la ligne neutre tracée expérimentalement, et l'on vérifie que chaque point de cette ligne est bien caractérisé par l'égalité des potentiels des deux ondes, en valeur absolue.* On sait d'ailleurs qu'ils sont de signes contraires. Il y a donc bien interférence le long de la ligne neutre.

» De plus, cette relation détermine la signification des constantes expérimentales

$$\mathrm{A} = \alpha \log e, \qquad \mathrm{C} = \log \frac{\mathrm{Y}_1}{y_1}.$$

» Pour des conditions moyennes d'humidité du papier et du fonctionnement de la bobine, les courbes donnent

$$\mathrm{A} = 0{,}004, \qquad \mathrm{C} = 0{,}9,$$

l'unité de longueur est le millimètre; on tire de là

$$\alpha = 0{,}01 \text{ environ} \qquad \text{et} \qquad \mathrm{Y}_1 = 8 y_1.$$

» Cette inégalité entre les potentiels des deux bornes de la bobine peut s'expliquer par la dissymétrie de l'enroulement du fil fin.

» *Conséquence relative à la vitesse.* — Soit M' un point voisin de M sur la ligne neutre. On voit immédiatement que les accroissements des rayons des deux ondes, pour passer de M en M', représentent les chemins qu'elles parcourent dans un même temps, puisqu'elles se coupent d'abord en M puis en M', par suite de la définition de ces points.

» Donc *les vitesses des deux ondes, supposées uniformes dans l'intervalle* MM', *sont proportionnelles aux accroissements correspondants de leurs rayons*, qu'il est très facile de construire pour deux points voisins quelconques. Ce rapport des vitesses est, en général, différent de l'unité, et tend vers 1, lorsque la courbe s'allonge, pour des régions de plus en plus éloignées des pôles; la courbe s'ouvre lorsque l'humidité du papier diminue.

» Certaines de ces courbes, par exemple celle de la figure, présentent des fluctuations de part et d'autre de la ligne neutre théorique, laquelle est représentée en pointillé; cela peut s'expliquer par l'inégalité des vitesses des flux direct et inverse provenant d'un même pôle, une coïncidence de ces deux flux, qui sont de signes contraires, déterminant une diminution plus rapide du potentiel en ce point.

» Cette étude est continuée dans des conditions variées de substance et de source électrique. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres de flammes de quelques métaux.* Note de M. **Denys Cochin**, présentée par M. Friedel.

« Les composés de métaux alcalins et alcalino-terreux, volatilisés dans la flamme, ont fourni les premiers spectres connus. Ces spectres, dans la partie visible, ne sont pas identiques avec ceux obtenus en se servant de l'électricité comme source de chaleur. Il m'a semblé qu'il y avait quelque intérêt à rechercher comment ils se terminent du côté des radiations très réfrangibles, dans une région où l'on possède un grand nombre de photographies de spectres électriques, mais aucune des spectres de flammes.

» J'ai réussi à photographier les spectres de flammes colorées, à l'aide d'un spectroscope à deux prismes de quartz, de rotations inverses, avec lentilles de quartz et spath, selon la disposition décrite par M. Cornu ([1]). Le châssis de la chambre noire, qui sert d'oculaire, est inclinant comme dans la plupart des spectrographes, et de plus il est pourvu d'un fond cylindrique sur lequel des ressorts d'acier appliquent exactement une plaque souple (pellicule Eastmann). La préparation sensible est donc tout entière dans la surface focale, laquelle est un cylindre à base voisine

([1]) *Journal de Physique*, t. VIII, p. 185; 1879.

d'une hyperbole. Le fond du châssis a été amené à cette forme particulière par tâtonnement [1].

» La durée du temps de pose est fort longue : une demi-heure à une heure environ. Elle est abrégée si l'on emploie comme source de chaleur la flamme d'hydrogène. Les résultats sont d'ailleurs à peu près les mêmes dans les deux cas.

» On obtient toujours les bandes de la vapeur d'eau $\lambda = 309$, etc., et l'on n'a jamais pu obtenir de raies métalliques situées au delà, du moins en ne prolongeant pas davantage l'expérience. Les raies sont identifiées par comparaison avec celles d'un spectre électrique, que l'on produit à l'aide des étincelles d'une bouteille de Leyde, éclatant entre des pôles de cadmium, d'aluminium, etc., pendant une minute environ. On empêche celles-ci de couvrir toute la hauteur du spectre de flamme, à l'aide d'un petit écran percé, disposé sur la fente, lequel limite à une faible hauteur le spectre de comparaison.

» Voici les résultats obtenus :

MÉTAUX ALCALINS.

» *Lithium* $\lambda : 413$. — M. Lecoq de Boisbaudran a dit, au sujet de cette raie : « Avec » une solution un peu concentrée de LiCl et une étincelle un peu puissante, on aperçoit trace d'une raie étroite à 197,85 ($\lambda : 413$). Cette raie (beaucoup plus forte » quand on tire l'étincelle sur Li^2CO^3 fondu) offre cela de particulier que son existence m'a été révélée par des considérations théoriques : la λ ainsi calculée d'avance » était 413 [2] ».

» *Sodium.* — Double raie λ : 330,3 et 330,2, mentionnée dans le Mémoire de MM. Kayser et Runge qui l'ont obtenue avec l'arc électrique [3].

» *Potassium.* — Raies λ : 404 et 344,4.

» *Rubidium.* — Raie visible λ : 420; et de plus, principalement en employant la flamme de l'hydrogène, deux doublets distingués aussi par MM. Kayser et Runge λ : 359,1-358,7 et 335,1-334,8.

» *Cæsium.* — Outre les raies visibles, bleues, λ : 459,7-450, on obtient les raies invisibles λ : 388, λ : 361,5, λ : 347,75. Les deux premières correspondent à deux paires mentionnées par MM. Kayser et Runge. La dernière paraît correspondre à une troisième paire que ces savants disent avoir entrevue. La longueur d'onde coïncide d'ailleurs avec celle qui résulte de la formule qu'ils ont donnée. Pour la valeur $n = 7$, on a $\lambda = 348,1$ pour la raie la moins réfrangible.

---

(1) Cet appareil a été construit pour le laboratoire de Spectroscopie de M. Salet, à la Sorbonne, dans lequel le présent travail a été exécuté.

(2) *Spectres lumineux*, p. 56.

(3) Kayser et Runge, *Abhandlung der Berliner Akademie*, 1890.

MÉTAUX ALCALINO-TERREUX.

» *Calcium*.—Raie visible λ : 422,6. On a prolongé la pose, avec la flamme d'hydrogène, pendant une heure quinze minutes sans obtenir l'image d'aucune raie invisible du calcium, ni même de la raie HH'. Cependant les bandes de la vapeur d'eau λ : 309 et trois bandes situées au delà, également dues à la vapeur d'eau, avaient été photographiées.

» *Strontium*. — Raie visible λ : 460,7.

» *Baryum*. — Raie visible λ : 487.

» Pour aucun de ces trois métaux on n'a donc obtenu de raies ultra-violettes.

» *Thallium*. — Deux raies invisibles situées respectivement à gauche des raies 10 et 9 du cadmium, aux λ : 353 et 378.

» L'existence de ces raies, très réfrangibles dans le spectre de flamme, rapproche le thallium des métaux alcalins. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Essai d'une méthode générale de synthèse chimique.* Note de M. **Raoul Pictet**.

« Pour pouvoir dégager de l'ensemble des faits exposés dans mes Notes précédentes une méthode pratique pour utiliser dans les synthèses chimiques les basses températures, il convient de rappeler les lois partielles que nous avons déjà vues.

» L'hypothèse fondamentale qui nous a conduit et les vérifications expérimentales faites ont permis d'établir huit lois :

» 1° Aux très basses températures, au-dessous de —130°, il n'y a plus de réaction chimique, quels que soient les corps mis en présence.

» 2° Toutes les réactions chimiques apparaissent spontanément à une certaine température et sous une certaine pression exercée sur les constituants : c'est la température limite.

» 3° Les mêmes réactions peuvent s'obtenir au-dessous de la température limite, si l'on fournit de l'énergie auxiliaire par l'emploi des courants ou décharges électriques.

» 4° Les réactions exothermiques présentent toujours deux phases : dans la première, on reste maître des températures, si l'on peut enlever aux corps qui se combinent, par rayonnement, autant de chaleur qu'il s'en produit au même instant sous l'effet simultané des affinités et des énergies étrangères introduites dans les corps. Dans la seconde phase, la température s'élève brusquement lorsque la réaction se passe au-dessus de la température limite.

» La première phase constitue la réaction limitée.

» La seconde phase, la réaction en masse.

» 5° Les réactions endothermiques sont toujours des réactions limitées.

» 6° La dissociation des produits obtenus par les réactions exothermiques correspond aux lois des combinaisons endothermiques et réciproquement.

» 7° La température limite des réactions chimiques n'est pas en rapport simple connu avec l'énergie apparente du phénomène; par contre, les quantités de chaleur dégagées paraissent classer l'ordre ascendant des températures limites, surtout dans une même famille de corps.

» 8° L'étincelle et le courant électriques paraissent être les meilleurs véhicules pour fournir l'énergie étrangère aux réactions chimiques limitées.

» Avec ces huit lois partielles, nous pouvons établir un programme scientifique complet pour la recherche d'une méthode générale de synthèse chimique.

» Il faut commencer par mettre en présence les corps simples et définir expérimentalement les lois qui régissent leurs combinaisons, soit les rapports entre les températures, les pressions et les quantités de chaleur à fournir dans les réactions limitées.

» Cette première série d'observations devant, par principe même, donner des valeurs numériques précises, il ne faudra jamais laisser intervenir les réactions en masse qui perturbent et modifient brusquement les conditions thermiques du phénomène. Cette condition, *sine qua non,* nous indique immédiatement le manuel opératoire à suivre pour expérimenter dans le cadre que nous avons tracé : le chimiste doit avoir un appareil frigorifique puissant, permettant d'atteindre au minimum les températures de —130° à —150°, afin de paralyser toute réaction chimique. Les corps ainsi refroidis se trouvent certainement au-dessous de toutes les températures limites.

» Le puits frigorifique doit avoir une température réglable à volonté, de —130° à la température ambiante.

» Une forte bobine d'induction fournit des étincelles que l'on doit, par des conducteurs isolés, faire jaillir dans l'enceinte refroidie, au travers des corps à combiner.

» Dès que la réaction commence, la chaleur produite par le poids des composés obtenus à chaque instant doit pouvoir être soutirée par rayonnement afin de maintenir constante la température à laquelle la réaction se produit.

» Les quantités d'énergie représentées par le courant électrique en ampères et volts équivalent à la phase endothermique de la réaction; les quantités de chaleur perdues par le rayonnement mesurent la phase exothermique.

» Les mesures calorimétriques faites dans le puits frigorifique permet-

tent de connaître directement l'effet du rayonnement pour tous les écarts de température.

» On constituera sur ce principe la première table dynamique rationnelle de Chimie, en étudiant tous les corps simples deux à deux, trois à trois, etc. En combinant, par les mêmes méthodes et le fonctionnement des mêmes appareils, les corps binaires avec les corps simples, on obtiendra la seconde table dynamique. Ensuite on passera aux corps ternaires et ainsi de suite.

» Ces expériences successives feront découvrir les lois qui régissent les phénomènes et faciliteront d'autant la connaissance et l'utilisation des tables dynamiques.

» *La ligne de plus grande pente chimique de tous les corps se déterminera ainsi expérimentalement.*

» Les réactions chimiques seront définies d'une façon aussi précise et sûre que la chute d'un corps sur un plan incliné par un seul chemin, sans ambiguïté. On saura d'avance, pour toute réaction que l'on désire provoquer, toutes les conditions à remplir pour n'obtenir qu'un seul effet : la fixation d'un élément nouveau sur un noyau donné primitif.

» La route sera connue, le résultat certain. C'est sous cette forme que nous voyons la possibilité de constituer rationnellement, par synthèse directe, tous les corps de la nature.

» Il est probable qu'à côté de l'étincelle électrique on pourra utiliser d'autres sources d'énergie auxiliaire, par exemple des réactions chimiques latérales, produites dans la série même des corps étudiés et qui fourniront un nombre connu de calories, etc. Le sujet de cette immense étude est à peine effleuré, nous avons tenu à le fixer dans ses lignes principales.

» Les résultats actuels expérimentaux donnent une première sanction à ce programme.

» En terminant l'exposé de ces vues générales sur les phénomènes mécaniques de la matière pondérable, nous voyons que les mêmes équations du mouvement peuvent représenter en fonction unique des distances :

» 1° Toute l'Astronomie et les phénomènes de la pesanteur, la distance des corps qui s'attirent, passant de l'infini aux distances où l'action de l'éther se manifeste pour altérer la loi de Newton ;

» 2° Toute la cohésion, ou l'ensemble des phénomènes physiques de changement d'état, liés aux phénomènes calorifiques, lorsque la distance des corps attirants passe des limites de la pesanteur à la distance des corps refroidis au zéro absolu des températures ;

» 3° Toute la Chimie, phénomènes de mouvement, quand la distance des corps attirants est plus petite que celle que l'on observe au zéro absolu des températures.

Les équations du mouvement de la matière permettent ainsi de ramener ces trois sciences à une seule formule, dont les termes numériques ne sont pas encore connus, mais d'où l'on déduit logiquement chaque phénomène observable. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la basicité et les fonctions de l'acide manganeux.* Note de M. **G. Rousseau**, présentée par M. Troost.

« Dans ses combinaisons avec la baryte et la strontiane, le bioxyde de manganèse présente les caractères d'un acide bibasique; il forme en effet les composés BaO, MnO^2 et SrO, MnO^2. L'existence de l'oxyde salin $Mn^3O^4 = 2MnO, MnO^2$ paraît au contraire indiquer, comme l'a montré M. Gorgeu, que dans certaines circonstances l'acide manganeux possède une capacité de saturation plus grande; il se comporte alors comme un acide tétrabasique.

» J'ai été conduit de mon côté à une conclusion analogue. En chauffant, à des températures progressivement croissantes, un mélange de chlorures de calcium et de manganèse additionné de chaux vive, j'ai obtenu successivement : un trimanganite $CaO, 3MnO^2$ vers 600°, un dimanganite entre 800° et 1000°, enfin vers le rouge orange le manganite basique $2CaO, MnO^2$ [1].

» On remarquera que dans cette série le terme CaO, MnO^2, correspondant au type des composés de baryte et de strontiane, fait défaut. Cette anomalie m'a conduit à supposer que l'acide manganeux présente une fonction complexe analogue à celle de l'acide phosphorique ou de l'acide salicylique. Tandis que les deux premières basicités apparaissent dans des milieux faiblement alcalins et caractérisent MnO^2 comme un acide faible, les deux dernières ne deviendraient manifestes que dans les fondants très basiques et correspondraient en réalité à une fonction alcoolique.

» Les recherches nouvelles que je publie aujourd'hui ont eu pour but d'élucider cette question. J'ai fait varier systématiquement l'alcalinité du chlorure de calcium que j'employais comme fondant et, à chaque fois, je

---

(1) *Comptes rendus*, t. CI, p. 167 et t. CII, p. 425.

déterminais non seulement la composition du manganite formé, mais encore celle de l'oxychlorure de calcium qui restait dans le creuset à la fin de l'expérience.

» Dans tous les essais dont la description va suivre, on portait d'abord 15^{gr} de chlorure de calcium fondu à la température du rouge orange (dispositif n° 2 du four Forquignon) dans un creuset de platine découvert, puis on y introduisait, par petites portions, de 3^{gr} à 6^{gr} de carbonate de chaux précipité. La chaux vive qui se produit dans ces conditions se combine aussitôt au chlorure de calcium pour former un oxychlorure limpide, tandis que celle qui provient de la calcination du marbre tombe au fond du bain et ne donne jamais un fondant homogène.

» Quand le dégagement d'acide carbonique a cessé, on soulève le creuset de façon à abaisser sa température jusque vers le point de fusion du cuivre (dispositif n° 3), puis on y ajoute 2^{gr} de chlorure de manganèse desséché. Il se forme bientôt à la partie supérieure du bain une croûte solide, formée par un feutrage de longues aiguilles du dimanganite de chaux $CaO, 2MnO^2$.

» Après une heure de chauffe, on ramène le creuset au dispositif n° 2, on brise la croûte et l'on brasse la masse, pendant quelques instants, à l'aide d'une spatule de platine. Il ne tarde pas à se reformer un nouvel anneau de cristaux; dès qu'il ne paraît plus augmenter, ce qui arrive d'ordinaire après trente à quarante minutes, on interrompt l'action du feu et l'on décante rapidement le fondant dont on réserve une portion pour l'analyse. Le contenu du creuset est ensuite soumis à l'action de l'eau bouillante, puis à des traitements répétés à l'eau sucrée; on arrive ainsi à dissoudre complètement l'oxychlorure qui empâte les cristaux de manganite formant l'anneau.

» Dans une série d'essais où la dose de carbonate de chaux n'avait pas dépassé 3^{gr} à 4^{gr}, on a obtenu ainsi des prismes courts, éclatants, d'un noir à reflets irisés du manganite de chaux CaO, MnO^2 [1]. Ce composé est facilement soluble dans l'acide chlorhydrique fumant, mais il n'est pas attaqué par l'acide azotique dilué; ce dernier caractère le différencie nettement du manganite basique $2CaO, MnO^2$, qui est rapidement détruit par les acides minéraux étendus.

» La composition de l'oxychlorure de calcium au sein duquel s'était formé ce manganite a varié de 3,24 à 2,56 équivalents de $CaCl^2$ pour un équivalent de chaux.

» D'autres expériences où le rapport en équivalents de $CaCl^2$ à CaO était compris entre 2 et 2,5 ont fourni un mélange en proportions variables de CaO, MnO^2 et de $2CaO, MnO^2$. Enfin, en portant à 5^{gr} ou 6^{gr} la dose initiale de carbonate de chaux, il s'est formé un manganite bibasique $2CaO, MnO^2$ à l'état de pureté. Le fondant renfermait alors 1^{éq},92 de chlorure de calcium pour 1^{éq} de chaux. On voit donc que l'*alcalinité limite de l'oxychlorure de calcium au-dessous de laquelle le manganite basique de chaux cesse d'être stable correspond à* 2^{éq} *de chlorure de calcium pour un équivalent de chaux*. C'est un phénomène correspondant à celui que présentent les lactates basiques qui sont rapidement détruits par la dilution et ne subsistent que dans des liqueurs fortement alcalines.

---

(1) Calculé : CaO, 39,16; Mn, 38,46.
Trouvé : CaO, 37,85, 38,05; Mn, 40,01; 39,70.

» Les essais précédents ont été conduits en creuset découvert. Quand, au contraire, on couvre le creuset pendant la seconde partie de l'expérience (au moment où il est porté au rouge orangé), la température de la surface du bain s'élève et le manganite, au lieu de reformer un anneau, reste au contact des couches plus chaudes de la partie inférieure du creuset. Dans ces conditions, on n'obtient plus que des aiguilles de dimanganite $CaO, 2MnO^2$. Il résulte de là que la zone de stabilité du manganite CaO, MnO^2 est assez étroite et qu'elle paraît comprise entre 1000° et 1100°; au-dessus et au-dessous c'est le dimanganite qui prend naissance. Cette observation curieuse montre que le manganite de chaux subit entre 800° et 1200° les métamorphoses cycliques sur lesquelles j'ai déjà insisté à plusieurs reprises et qui caractérisent tous les sels de l'acide manganeux que j'ai étudiés jusqu'ici.

» J'ajouterai qu'en chauffant le manganite de strontiane SrO, MnO^2 dans des bains de chlorure de strontium auxquels j'ajoutais des doses croissantes de strontiane, j'ai vu la composition du manganite changer progressivement et tendre vers une limite correspondant à $2SrO, MnO^2$. Mais le phénomène est compliqué par la formation d'une quantité notable de platinate due à l'attaque des parois du creuset par la strontiane caustique. Je reviendrai ultérieurement sur ce manganite dès que j'aurai déterminé mes nouvelles recherches sur les platinates alcalino-terreux.

» En résumé, l'acide manganeux est capable, dans certaines conditions, de saturer 2 molécules d'une base diatomique comme la chaux; mais on n'en peut conclure qu'il présente les caractères d'un acide tétrabasique normal. En effet, les 2 molécules ne sont pas combinées au même titre. La première seule correspond à deux fonctions acides dont la saturation engendre les sels stables du type CaO, MnO^2. La seconde, qui ne s'unit à MnO^2 que dans des milieux fortement basiques, correspond au contraire à deux fonctions alcooliques. On voit par là que le bioxyde de manganèse doit prendre place à côté des acides-alcool; c'est en réalité un *acide bibasique à fonction complexe*.

» J'ajouterai que l'existence du composé $2CaO, MnO^2$, dérivé de l'hydrate inconnu $Mn(OH)^4$, achève d'établir la tétravalence du manganèse, déjà mise en évidence par les recherches de Nicklès sur les combinaisons éthérées du tétrachlorure de ce métal ainsi que sur les fluomanganites de potasse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution du licaréol.* Note de M. **Ph. Barbier**, présentée par M. Friedel.

« Dans une série de Notes antérieures, j'ai fait connaître les propriétés et les principaux dérivés du licaréol; je me propose ici de résumer ces recherches et d'en déduire la constitution probable de cet alcool.

» Le licaréol donne par oxydation l'aldéhyde licarique ou lica-

réal $C^{10}H^{16}O$ et l'acide licarique $C^{10}H^{16}O^2$; par l'action du brome, il engendre un tétrabromure $C^{10}H^{18}Br^4O$.

» Cette double propriété montre que le licaréol est un alcool primaire à chaîne ouverte, renfermant deux liaisons éthyléniques. Il peut être représenté par la formule $C^9H^{15}-CH^2OH$, qui met en évidence sa qualité d'alcool primaire.

» La recherche de la constitution du licaréol est ainsi ramenée à celle du résidu C^9H^{15}, qui, outre les deux liaisons éthyléniques, doit contenir un atome de carbone asymétrique en raison de l'activité optique du licaréol.

» La transformation très nette du licaréol en un limonène actif, le licarène, et la production au moyen de ce dernier de la carvoxime fusible à 72°, permettent de pénétrer plus avant dans la connaissance de la constitution du résidu C^9H^{15}. En effet :

» La formation de la carvoxime aux dépens du licarène montre que ce résidu hydrocarboné renferme le groupement $-CH=CH-$. De plus, à cause des relations étroites qui existent entre cette oxime d'une part, le carvol et le carvacrol d'autre part, on est forcé d'admettre dans le résidu C^9H^{15} l'existence des groupes $(CH^3)^2=CH-$ (isopropyle) et CH^3-, disposés de telle façon qu'ils se trouvent vis-à-vis l'un de l'autre en position para après la fermeture de la chaîne par déshydratation. Enfin, le groupement alcoolique primaire CH^2-OH, aux dépens duquel s'effectue la déshydratation, devra se trouver dans une position telle qu'il y ait formation d'un anneau hydrobenzénique paradisubstitué.

» En tenant compte des conditions ci-dessus énoncées, on arrive aisément aux deux formules suivantes :

```
                                  CH³    CH³
                                     \  /
                CH³                   CH
                 |                    |
(I)      CH² = C - CH = CH - C - CH²OH,
                                      |
                                      H

          CH³    CH³
             \  /
              CH                 CH³
              |                   |
(II)     CH² = C - CH = CH - C - CH²OH.
                                  |
                                  H
```

» La formule (I) contenant le groupement $C^3H^7-CH-CH^2OH$ devrait donner par oxydation de l'acide valérianique; or l'analyse des sels de baryum des acides volatils produits par l'oxydation du licaréol et du licaréal démontre l'absence de cet acide, le mélange acide ainsi obtenu étant constitué surtout par les acides formique et acétique avec une petite quantité d'acide isobutyrique.

» D'après cette remarque, la formule (II) acquiert un grand degré de probabilité et c'est celle que je propose pour représenter la constitution du licaréol.

» Les formules du licaréal, de l'acide licarique seront, par suite,

$$\begin{array}{l} CH^3 \quad CH^3 \\ \quad \diagdown \; \diagup \\ \quad CH \qquad\qquad\qquad CH^3 \\ \quad | \qquad\qquad\qquad\quad | \\ CH^2 = C - CH = CH - C = CHO, \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\quad H \end{array}$$

$$\begin{array}{l} CH^3 \quad CH^3 \\ \quad \diagdown \; \diagup \\ \quad CH \qquad\qquad\qquad CH^3 \\ \quad | \qquad\qquad\qquad\quad | \\ CH^2 = C - CH = CH - C - COOH, \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\quad H \end{array}$$

et la transformation du licaréol en licarène sera représentée par l'expression ci-dessous :

$$\begin{array}{ccc} \begin{array}{c} CH^3 \quad CH^3 \\ \diagdown \; \diagup \\ CH \\ | \\ C \\ CH \diagup \quad \diagdown\!\!\diagdown CH^2 \\ \| \qquad\qquad \\ CH \diagdown \quad \diagup CH^2OH \\ C \\ \diagup \; \diagdown \\ H \quad CH^3 \end{array} & -H^2O = & \begin{array}{c} CH^3 \quad CH^3 \\ \diagdown \; \diagup \\ CH \\ | \\ C \\ CH \diagup \quad \diagdown\!\!\diagdown CH \\ \| \qquad\qquad | \\ CH \diagdown \quad \diagup CH^2 \\ C \\ \diagup \; \diagdown \\ H \quad CH^3 \end{array} \end{array} \quad (^1).$$

---

(1) Laboratoire de Chimie générale de la Faculté des Sciences de Lyon.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les synthèses au chlorure d'aluminium.* Note de M. **P. Genvresse**, présentée par M. Friedel.

« Les savants qui ont voulu préparer le propylbenzène normal avec le chlorure de propyle normal et le benzène en présence du chlorure d'aluminium ont obtenu le dérivé isopropylique et seulement celui-ci. M. Kekulé ayant montré qu'en présence du chlorure d'aluminium le chlorure de propyle se transforme en chlorure d'isopropyle, on expliquait le résultat précédent, en admettant qu'en présence du chlorure d'aluminium le chlorure de propyle $CH^3-CH^2-CH^2Cl$ perd d'abord de l'acide chlorhydrique pour se convertir en propylène $CH^3-CH=CH^2$ qui, se combinant avec l'acide chlorhydrique, donne du chlorure d'isopropyle

$$CH^3-CHCl-CH^3,$$

et ce serait ce dernier seulement qui réagirait sur le benzène, cette réaction n'étant toujours possible qu'en présence du chlorure d'aluminium.

» J'ai montré (*Bull. de la Soc. chim.*, 3e série, t. IX) qu'en traitant le bromure de propyle normal par le toluène en présence du chlorure d'aluminium, on obtient à la fois deux propyltoluènes normaux et deux isopropyltoluènes. Ce fait étant en contradiction avec les idées admises, j'ai pensé qu'il serait intéressant de vérifier si l'on n'obtiendrait pas des résultats analogues en substituant le benzène au toluène; avec le benzène, du reste, les résultats sont d'ordinaire plus nets qu'avec le toluène.

» Je demanderai la permission d'entrer dans quelques détails sur la marche que j'ai suivie; car je crois que les conditions de l'expérience ont une grande influence sur ses résultats.

» Le bromure de propyle dont je me suis servi a été préparé avec l'alcool propylique normal, le phosphore rouge et le brome, d'après la méthode générale de préparation des bromures alcooliques.

» J'ai mis dans un ballon contenant 700gr de benzène cristallisable et exempt de thiophène 40gr de chlorure d'aluminium; un réfrigérant ascendant était adapté à l'appareil; lorsque le benzène était entré en ébullition, j'ai ajouté peu à peu 500gr de bromure de propyle normal; l'opération a duré deux heures; du benzène et du bromure de propyle étaient entraînés par l'acide chlorhydrique qui se dégageait.

» Le produit de la réaction a été traité par l'eau pour détruire le chlo-

rure d'aluminium, décanté et desséché sur le chlorure de calcium. Je l'ai ensuite soumis à la distillation fractionnée avec l'appareil de MM. Le Bel et Henninger; je me suis servi d'un tube à cinq boules. Ce qui passait de 148° à 153°, de 153° à 157°, de 157° à 162° a été mis à part.

» J'ai soumis ces diverses portions à une nouvelle distillation toujours avec le même appareil. J'ai obtenu :

50gr de produit passant de	....	151° à 152°,5
50	»	153 à 154
60	»	154 à 156
40	»	157 à 158

» La hauteur barométrique ramenée à zéro était de 759mm. Or la température d'ébullition de l'isopropylbenzène est de 152°,5, et celle du propylbenzène normal, de 157°.

» Si, par analogie avec ce qui se passe pour le toluène, il se formait en même temps de l'isopropylbenzène et du propylbenzène normal, ce qui distillait de 151° à 152°,5 devait être surtout de l'isopropylbenzène, et ce qui passait de 157° à 158° du propylbenzène normal, et les portions intermédiaires un mélange des deux produits.

» Pour m'en assurer, je les ai traités par le brome, suivant la méthode indiquée par M. Radziszewski (*J.*, 1874, 393). Ce savant, en faisant arriver de la vapeur de brome dans du propylbenzène normal, chauffé de 150° à 160°, a obtenu du propylbenzène monobromé dans la chaîne latérale et qui se décompose sous l'influence de la chaleur en allylbenzène et en acide bromhydrique d'après l'équation

$$C^6H^5-CH^2-CHBr-CH^3 = C^6H^5-CH = CH-CH^3 + HBr,$$

et une telle réaction est impossible avec l'isopropylbenzène.

» J'ai traité 36gr de propylbenzène bouillant de 157° à 158° par 50gr de brome : le propylbenzène était chauffé vers 150° et le brome arrivait goutte à goutte dans le liquide par un entonnoir à brome; j'ai continué à chauffer, après que tout le toluène eut été ajouté, jusqu'à ce qu'il ne se dégageât plus sensiblement d'acide bromhydrique, et j'ai ensuite distillé; ce qui passait de 165° à 180° a été mis de côté et soumis à une nouvelle distillation; presque tout a distillé de 172° à 175°; or c'est là la température d'ébullition de l'allylbenzène.

» Pour avoir plus de certitude, et comme suivant les auteurs la température d'ébullition indiquée pour l'allylbenzène est différente, je l'ai

étendue d'éther absolu, et j'y ai ajouté du brome, jusqu'à ce qu'il n'y eût plus de décoloration. Pendant la durée de l'opération, il n'y a pas eu de dégagement d'acide bromhydrique.

» Le tout a été ensuite distillé dans le vide sous une pression de 90^{mm}; ce qui a passé vers 180° n'a pas tardé à cristalliser, et les cristaux, exprimés entre des doubles de papier, ont fondu à 65°; or c'est bien la température de fusion de l'allylbenzène bibromé.

» Dans l'opération précédente, il s'est donc formé du propylbenzène normal.

» J'ai traité de même 36^{gr} du produit bouillant de 151° à 152°,5; l'opération terminée, à peine quelques gouttes ont distillé de 165° à 180°: presque tout passait à une température beaucoup plus élevée.

» Il résulte de ce qui précède que, dans les synthèses au chlorure d'aluminium, on peut obtenir à la fois le composé normal et le composé iso. Il paraît vraisemblable que la formation du premier doit être favorisée par l'emploi d'une quantité relativement faible du chlorure d'aluminium; la transformation en chlorure d'isopropyle étant ainsi moins rapide ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un isomère liquide de l'hydrocamphène.* Note de M. L. **Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« On sait par les recherches de M. de Montgolfier ([2]) et par celles de M. Letts ([3]) que le chlorhydrate solide de térébenthène ou camphre artificiel, traité par le sodium, se transforme en un mélange de camphène inactif et d'un hydrocarbure cristallisé, de formule $C^{10}H^{18}$, auquel on a donné le nom d'*hydrocamphène*. Ce même composé a été également obtenu par MM. Kachler et Spitzer ([4]) en traitant par le sodium l'éther chlorhydrique du bornéol. Ces derniers auteurs l'ont obtenu à l'état de pureté parfaite et ont fixé d'une manière définitive ses constantes physiques. Depuis cette époque, rien autre n'a été publié sur cet intéressant composé. Je me suis proposé d'en reprendre l'étude, espérant trouver par là la clef de la constitution, encore si obscure, des dérivés de l'essence de térébenthine.

» Quand on sature, sans précautions spéciales, de l'essence de térébenthine rectifiée par de l'acide chlorhydrique bien desséché, on obtient du

---

([1]) Travail fait au laboratoire de M. Friedel, à la Sorbonne.
([2]) *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 340.
([3]) *D. ch. G.*, t. XII, p. 135 et *Bull. Soc. chim.*, t. XXXV, p. 252.
([4]) *D. ch. G.*, t. XIII, p. 615 et *Bull. Soc. chim.*, t. XXXV, p. 254.

camphre artificiel baignant dans des eaux mères sur l'histoire chimique desquelles il a été beaucoup disserté.

» D'après MM. Armstrong et Tilden, ces eaux mères seraient constituées par du camphre artificiel, maintenu à l'état liquide par une certaine quantité de dichlorhydrate de térébenthène, et cette opinion est partagée par M. Flawitzky ([1]). Au contraire, d'après MM. Berthelot et Riban, ce mélange serait constitué par un monochlorhydrate liquide de térébenthène tenant en dissolution du camphre artificiel et du dichlorhydrate de térébenthène. Cette opinion a été confirmée par des expériences de M. Barbier ([2]).

» Ne doutant pas que, de toute manière, ces eaux mères ne fussent très riches en camphre artificiel, je résolus de les traiter par le sodium, pour préparer de l'hydrocamphène. La facile cristallisation de ce composé me faisait espérer que je pourrais aisément l'extraire des produits qui l'accompagneraient. J'avais également l'arrière-pensée que l'étude de ces produits permettrait peut-être de trancher la question de l'existence ou de la non-existence du monochlorhydrate liquide de térébenthène.

» Avant moi, M. de Montgolfier a traité par le sodium la liqueur produite dans la préparation du camphre artificiel (*loco citato*), mais il n'a pas approfondi cette réaction.

» Le sodium ne réagit pas à froid ou seulement très lentement sur le chlorhydrate liquide de térébenthène; mais, si l'on chauffe à l'ébullition, la réaction marche régulièrement. On ajoute le sodium par petites portions, jusqu'à ce que l'on ait mis la quantité qui correspond au chlore à enlever. Pendant toute la durée de la réaction, il se dégage une petite quantité d'acide chlorhydrique.

» On maintient l'ébullition pendant trois ou quatre heures pour compléter la réaction, puis on décante le liquide incolore ou faiblement coloré qui baigne les cristaux de chlorure de sodium. Le magma cristallin est ensuite traité par une petite quantité d'alcool bouillant pour dissoudre le sodium en excès, puis dissous dans l'eau. On sépare l'huile qui surnage, on la réunit au liquide décanté, puis le tout est lavé à l'eau, séché et distillé.

» Le rendement est excellent; j'ai traité, en plusieurs fois, environ 1^{kg} de chlorhydrate brut et j'ai obtenu 750^{gr} d'un liquide qui, à la première distillation, se divise assez nettement en deux parties :

De 160° à 170°	600^{gr}
De 250° à 350°	120^{gr}

([1]) *D. ch. J.*, t. XII, p. 1022; *Bull. Soc. chim.*, t. XXXIV, p. 342.
([2]) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1066.

» Il reste un résidu charbonneux d'environ 30gr.

» A une seconde distillation la portion supérieure passe entièrement entre 320° et 330°. Je ne l'ai pas davantage étudiée.

» J'ai soumis la première portion à une longue suite de rectifications avec un petit appareil Le Bel et Henninger à cinq boules. Je m'aperçus, à mesure que j'avançais dans une rectification, que ce mélange, qui semblait au début passer presqu'à point fixe, contenait des liquides de points d'ébullition très différents. La majeure partie passe à 155°-165°; il y a deux portions importantes de 145°-155° et de 165° à 180°. Il n'y a pas de portion supérieure à 188°.

» A chaque rectification la portion 155°-165° abandonne des cristaux plumeux, constituant un mélange d'hydrocamphène et de camphène inactif. A chaque fois je séparai les cristaux à la trompe avant de soumettre à nouveau le liquide à la distillation.

» Au bout de dix rectifications, la partie restée liquide de la portion 155°-160° était insignifiante. J'ai donc admis que cette portion était formée d'un mélange de camphène et d'hydrocamphène. J'ai obtenu finalement :

148°-155°.		155°-165°.	165°-180°.
130gr	Cristaux...............	250gr	150gr
	Liquide..............	20gr	

» La troisième portion est formée de carbures tétratomiques mélangés à leurs produits d'hydrogénation; elle provient de l'action du sodium sur le dichlorhydrate de térébenthène; la seconde provient du camphre artificiel. J'ai étudié très soigneusement la première, me demandant si elle n'aurait pas été fournie par l'isomère liquide du camphre artificiel.

» Cette fraction a été soumise à de nouvelles rectifications et à chaque fois soumise à l'action du froid pour éliminer l'hydrocamphène par cristallisation. J'ai fini par obtenir deux portions de 40gr chacune, n'abandonnant plus de cristaux, la première bouillant de 148° à 151°, la seconde de 151° à 155°.

» J'ai soumis la première à l'analyse; elle m'a donné les chiffres suivants :

			$C^{10}H^{18}$.	$C^{10}H^{16}$.
C................	86,95	87,34	86,95	88,23
H................	12,72	12,66	13,05	11,77

correspondant à un mélange d'environ trois quarts de $C^{10}H^{18}$ pour un quart de $C^{10}H^{16}$.

» Je traitai ce mélange par un courant d'acide chlorhydrique sec à refus. Il s'en fixa une très faible quantité; néanmoins, en rectifiant le liquide, j'en séparai quelques grammes d'un chlorhydrate cristallisé. Le liquide

rectifié bouillait à 148°-150°, mais contenait encore une notable quantité de terpène $C^{10}H^{16}$, comme me le montra l'analyse :

C	87,28
H	12,97

» Je fus plus heureux en traitant le produit par le brome en solution chloroformique; ce réactif se fixe sur le terpène et est sans action sur l'hydroterpène $C^{10}H^{18}$.

» Je distillai ensuite dans le vide le produit de la réaction et je séparai de mon hydrocarbure léger un bromure liquide non volatil, dont je ferai plus tard l'étude.

» J'ai finalement obtenu un liquide incolore, sentant faiblement l'essence d'orange et bouillant à 148°-149°. Ce liquide a pour formule $C^{10}H^{18}$, ainsi que le montre l'analyse :

C	86,64
H	13,00

» La densité de vapeur conduit au poids moléculaire $P_m = 138,2$; $C^{10}H^{18} = 138$.

» Ce liquide est donc isomérique avec l'hydrocamphène; il est impossible de confondre ces deux corps; le second bouillant à 157°-158°, cristallisant avec une extrême facilité et fondant à 152°. Il semble aussi être isomérique avec l'hydrure de camphène obtenu par M. Berthelot en hydrogénant l'essence de térébenthine par l'acide iodhydrique; celui-ci bout à 165° (*Bull. Soc. chim.*, 2e série, t. XI, p. 18; 1869).

» Comme l'hydrocamphène, cet hydrocarbure semble absolument saturé; le brome, l'acide sulfurique, même fumant, sont sans action sur lui à froid. Je lui donne provisoirement le nom d'*hydropinène*.

» Je suis persuadé que ce liquide et le terpène qui l'accompagne proviennent de l'action du sodium sur le monochlorhydrate liquide de térébenthène existant dans le mélange. J'espère pouvoir le démontrer prochainement [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la composition chimique de l'essence de Niaouli.* Note de M. G. **Bertrand**, présentée par M. Dehérain.

« Le Niaouli (*Melaleuca viridiflora* de Brongniart et Gris) est un arbre de la famille des Myrtacées qui croît en abondance à la Nouvelle-Calé-

---

[1] Faculté de Médecine de Lyon, laboratoire de Chimie organique.

donie. Ses feuilles fraîches donnent, par distillation en présence de l'eau, jusqu'à 2,5 pour 100 de leur poids d'une essence jaune pâle, tirant un peu sur le vert et dont l'odeur douce et spéciale rappelle celle du Cajeput.

» Cette essence a déjà été étudiée par quelques chimistes, notamment par M. Robinet (1) et M. Voiry (2), mais on n'en avait pas encore donné l'analyse complète. Grâce à l'obligeance de M. le voyageur Grandjean, j'ai pu examiner une quantité notable de produit pur, préparé sous ses yeux dans l'usine néo-calédonienne de M. Prevet, par distillation dite à la vapeur.

» Cette essence, dont la consistance est plutôt oléagineuse, a pour densité 0,922 (à $+12^\circ$) et dévie le plan de la lumière polarisée de $0^\circ 42'$ à droite.

» Par l'emploi successif d'une solution de potasse, du bisulfite de sodium et la saponification, j'ai pu y mettre en évidence la présence d'une trace d'acide valérianique, de 0,002 environ d'aldéhyde benzoïque et d'une petite proportion d'éther valérianique devant être rapporté au terpilénol.

» C'est après ces essais préliminaires que j'ai soumis quelques kilogrammes d'essence à la distillation fractionnée, en opérant par portions de 500^{gr}, pour éviter un chauffage trop prolongé.

» Il passe d'abord un peu d'eau, puis la température monte vers 167° et la distillation commence d'une façon régulière. Elle est accompagnée par le dégagement d'une odeur désagréable, due à la décomposition d'un corps sulfuré qui s'y trouve à l'état de trace.

» Les $\frac{4}{5}$ de l'essence passent au-dessous de 180° et peuvent être scindés en deux produits : l'un bouillant à 155°-156°, l'autre à 173°-175°.

» Le premier est un térébenthène. Purifié par distillation sur le sodium, il se présente comme un liquide mobile, à odeur d'essence de térébenthine, ayant pour densité 0,865 (à $+12^\circ$), et comme pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +36^\circ 03'$. Sa formule $C^{10}H^{16}$ est vérifiée par la densité de sa vapeur (trouvée 4,74; calculée 4,72). Soumis à l'action de l'acide chlorhydrique gazeux, il donne un monochlorhydrate cristallisé ayant, en solution alcoolique, un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +25^\circ 09'$.

» Le produit 173°-175° est un mélange; inséparable par distillation, il se prend, au-dessous de -6°, en une bouillie cristalline que l'on essore dans un entonnoir entouré d'un mélange réfrigérant. Les cristaux, obtenus

(1) *Thèse de l'École de Pharmacie de Paris*, 1874.

(2) *Ibid.*, 1888.

purs après trois ou quatre cristallisations semblables, constituent l'eucalyptol, fondant à $+1^\circ$ en un liquide d'odeur camphrée, optiquement inactif, et bouillant à $+175^\circ$. Cet eucalyptol a pour poids spécifique 0,930 (à $+12^\circ$), et pour densité de vapeur 5,28 (calculé 5,34 pour $C^{10}H^{18}O$). Traité par l'acide chlorhydrique bien sec, à la température de -10°, il donne une combinaison cristallisée instable, de la formule $(C^{10}H^{18}O)^2HCl$ (chlore trouvé 10,72, calculé 10,34), que l'eau décompose instantanément en acide chlorhydrique et eucalyptol régénéré ([1]).

» Le liquide d'où l'eucalyptol a été extrait, aussi bien que possible, par une réfrigération énergique, possède, avec une odeur citronnée, la composition et les propriétés d'un mélange d'eucalyptol et d'un carbure $C^{10}H^{16}$.

» En tenant compte de sa densité 0,917 (à $+12^\circ$) et de son activité optique $\alpha_D = -4^\circ 10'$, on calcule que ce liquide contient environ un cinquième de son poids d'un carbure, dont le pouvoir rotatoire serait voisin de -20°. Cette supposition est d'accord avec la densité de vapeur 5,18 trouvée pour un mélange déviant de $-4^\circ 27'$. Ainsi la fraction d'essence qui bout à 173°-175° renferme, à côté de l'eucalyptol, un carbure lévogyre dont il ne m'a pas encore été possible, il est vrai, d'obtenir le dichlorhydrate suffisamment pur, mais que l'on peut considérer néanmoins comme un citrène, en raison de ses autres propriétés.

» Quant à la fraction qui passe au-dessus de 180°, elle donne par distillation un liquide sirupeux, bouillant vers 220°, et dont une petite partie, soumise à un froid de -50°, se prend en masse cristalline. Il suffit alors d'amorcer le reste du liquide avec quelques-uns des cristaux obtenus pour en déterminer la cristallisation rapide dès la température ordinaire. En effet, la substance solide, essorée dans le vide, ne fond plus qu'au voisinage de $+30^\circ$; on obtient ainsi un liquide sirupeux, de formule $C^{10}H^{18}O$, bouillant à $+218^\circ$ et présentant tous les caractères que MM. Bouchardat et Lafont ([2]) ont assignés au terpilénol; seulement, le corps, extrait de l'essence de Niaouli, est faiblement lévogyre $[\alpha]_D = -2^\circ 10'$, tandis que le terpilénol synthétique est inactif.

» Enfin il reste dans l'appareil distillatoire une petite quantité de produits résinifiés, épais, de couleur verdâtre.

([1]) Cette propriété caractéristique de l'eucalyptol a été signalée par M. Voiry (*loc. cit.*), d'après Wœlkel.

([2]) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1555.

» Si l'on néglige les produits secondaires, on arrive à conclure que l'essence de Niaouli est formée, en dehors du térébenthène dextrogyre $C^{10}H^{16}$, par un mélange de trois corps : l'eucalyptol, un carbure bouillant à 175° (probablement citrène), et un terpilénol. C'est précisément la composition du terpinol de List [1], et l'on sait que celui-ci s'obtient en chauffant, avec de l'eau acidulée, la terpine $C^{10}H^{16}, 2H^2O$, résultant elle-même de l'hydratation spontanée des terpènes $C^{10}H^{16}$. Ainsi préexiste, dans un produit naturel, toute une série de corps que nous faisons dériver l'un de l'autre, dans le laboratoire, par des réactions d'une extrême simplicité. Il y a là au moins une coïncidence remarquable, pleine d'intérêt au point de vue de la synthèse naturelle des essences dans les végétaux [2]. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Moulage méthodique du verre*. Note de M. **Léon Appert**, présentée par M. Mascart.

« Par le procédé de moulage habituel, on verse dans un moule métallique, soit avec une poche, soit avec une tige de fer, la quantité de verre nécessaire; puis dans cette masse, maintenue aussi fluide que possible, on introduit rapidement et avec force un noyau métallique ayant la forme intérieure de l'objet à confectionner. Le verre, comprimé fortement par le fond du noyau, remonte entre les parois du moule et celles du noyau et forme la pièce.

» Cette méthode a l'inconvénient d'emprisonner le verre entre deux

---

(1) Tanret, *Bull. Soc. chimiq.;* 1885. Bouchardat et Voiry, *Comptes rendus,* t. CIV, p. 996 et t. CVI, p. 663.

(2) L'analyse de l'essence de Niaouli m'a révélé un autre fait que je dois signaler. On admet, et cela est assez bien démontré par l'expérience, que les terpènes résultent de la soudure de deux molécules d'un carbure incomplet C^5H^8; c'est ainsi qu'en chauffant le valérylène dérivé de l'alcool amylique, M. Bouchardat a obtenu un citrène (*Comptes rendus,* t. LXXX, p. 1446 et t. LXXXVII, p. 654). Or j'ai retrouvé la trace de cette synthèse, effectuée dans le végétal : c'est un alcool amylique, qu'on peut extraire, en petite quantité, des portions d'essence qui passent vers 130°, quand on sépare le térébenthène.

Je me proposais de poursuivre cette recherche, et j'avais déjà reconnu l'existence d'un alcool amylique dans les essences de Cajeput et d'Eucalyptus, quand j'ai appris, par M. Bouchardat lui-même, que ce savant était arrivé pour cette dernière essence, à un résultat identique et plus avancé. Je ne compte donc pas continuer ce travail, assez heureux de m'être rencontré avec un chimiste aussi distingué.

Travail fait au laboratoire de Chimie, au Muséum.

surfaces métalliques qui, quoique chauffées à une température aussi élevée que possible, mais toujours un peu inférieure à celle du verre, le refroidissent et amènent rapidement la suppression de toute plasticité, rendant impossible la continuation du moulage.

» J'ai imaginé un procédé remédiant à ces inconvénients et auquel j'ai donné le nom de *procédé de moulage méthodique*. Il permet de produire des pièces de longueur ou de profondeur pour ainsi dire illimitée.

» Par ce procédé, on n'effectue le moulage que successivement et en agissant à chaque instant sur une surface aussi limitée que possible, en conservant au verre, pendant toute la durée de l'opération, la chaleur qui lui a été communiquée, de façon que les appareils n'agissent à aucun moment que sur du verre à même température et, par suite, dans les mêmes conditions de malléabilité et de plasticité.

» On emploie un moule métallique d'épaisseur suffisante, armé de nervures destinées à en empêcher la déformation et pouvant être chauffé extérieurement.

» Ce moule, ouvert à ses extrémités, est obturé à la partie inférieure, au moment du moulage, par un noyau de forme convenable dont les dimensions en section transversale sont plus petites que celles du moule, de façon à former l'épaisseur de la pièce.

» On y verse le verre au moyen d'une poche, puis on imprime avec la vitesse voulue un mouvement d'ascension vertical au noyau qui, pour cela, est monté sur une tige en fer ou en fonte tournée qui le guide exactement dans l'axe du moule.

» Pour les pièces ouvertes des deux bouts l'excédent de verre est refoulé en dehors du moule et reste en masse refroidie sur le noyau qu'on continue à faire monter et qu'on a soin de faire émerger en dehors et au-dessus du moule; pour les pièces fermées, c'est avec un rouleau ou un couteau de forme spéciale, s'appliquant sur les bords supérieurs des flasques, qu'on expulse complètement les dernières portions de verre en excès; dans ce cas, il ne reste autour de la pièce qu'une bavure très fine que l'on casse grossièrement et qu'un simple passage au lapidaire permet de faire disparaître complètement.

» Les pièces fabriquées présentent cette particularité d'avoir des parois intérieures absolument lisses et polies, conséquence même de la façon dont le moulage s'est opéré.

» Ce procédé présente des avantages nombreux qu'il suffit d'énumérer pour en faire apprécier l'importance :

» 1° Il est purement mécanique et ne demande le concours d'aucune main-d'œuvre de nature spéciale; de simples manœuvres suffisent pour le maniement des appareils qui doivent être seulement d'installation soignée et robuste.

» 2° Il permet l'emploi de verres de toute espèce, même de nature la plus commune; il peut s'appliquer aussi bien à la fabrication d'objets d'usage décoratif qu'à celle des objets les plus grossiers.

» 3° Il permet de réaliser des pièces de toutes dimensions, soit comme profondeur ou longueur, soit en section transversale, dont il a été impossible d'aborder jusqu'ici la fabrication par quelque procédé que ce soit.

» 4° Les objets fabriqués par ce procédé sont supérieurs aux objets similaires fabriqués par le soufflage, tant au point de vue de la perfection de leurs formes que de leur solidité et de leur prix peu élevé.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques spécimens de produits fabriqués par ce procédé dans les usines de la Compagnie des manufactures de glaces de Saint-Gobain, Chauny et Cirey, qui m'a prêté, pour la mise en pratique, le plus précieux concours.

» 1° Un tuyau de verre de $0^{m},50$ de diamètre intérieur, de $1^{m},30$ de haut et de $0^{m},009$ d'épaisseur.

» Ce tuyau est tel qu'il sort du moule au moment de sa fabrication : il devra être affranchi des deux bouts de façon à être ramené à la longueur de 1^{m}; ce résultat est obtenu par l'enroulement, à l'endroit voulu, d'un fil métallique porté ultérieurement au rouge vif par le passage d'un courant électrique.

» 2° Un bac pour accumulateur d'électricité d'une profondeur de $0^{m},50$ et d'une capacité de 52^{lit}, employé dans les dépôts de section d'éclairage électrique.

» 2° Quelques bacs d'accumulateur de $7^{lit},5$ de capacité, modèle de la Compagnie du Chemin de fer du Nord pour l'éclairage électrique des wagons. »

MINÉRALOGIE. — *Sur des roches basiques à néphéline du Plateau central de la France.* Note de M. A. Lacroix, présentée par M. Fouqué.

« Tous les minéralogistes et géologues, qui ont jusqu'à ce jour étudié le Plateau central de la France, ont été frappés de l'*absence complète de*

roches à néphéline dans la série basaltique, cependant si riche, de cette région volcanique.

» Je viens d'en découvrir dans le Puy-de-Dôme, et le but de cette Note est d'appeler sur elles l'attention de l'Académie.

» En examinant la collection de Daubuisson, conservée au Collège de France, j'y ai rencontré un échantillon d'une roche grenue, ressemblant à une diabase et étiquetée : *Dolérite du puy de Saint-Sandoux*.

» Sur ma demande, M. P. Gautier a bien voulu me recueillir dans les environs du puy de Saint-Sandoux une série nombreuse de roches volcaniques qui m'ont servi à l'étude dont voici les premiers résultats sommaires. Je ne m'occuperai pour l'instant que de la question purement minéralogique, en faisant toutefois remarquer que, d'après M. Gautier, les roches en question formeraient pour la plupart des filons dans les pépérites et ne constitueraient pas de véritables coulées.

» La roche doléritique, qui m'a servi de point de départ, se trouve au-dessus du petit lac du puy de Saint-Sandoux. A l'œil nu, on y distingue d'abondants cristaux d'*augite* et d'*ilménite*, disséminés dans des éléments blancs dont le principal est la *néphéline*.

» Au microscope, on constate que la roche présente de grandes variations dans sa structure et dans les proportions relatives de ses éléments constitutifs. L'ilménite, l'augite et la néphéline, accompagnés d'un peu d'apatite, forment les éléments les plus anciens et les plus abondants; ils sont presque toujours accompagnés en outre d'un peu de feldspath et de matière vitreuse. L'olivine y est accidentelle; les produits secondaires (*zéolites*) y sont extrêmement abondants.

» L'*ilménite* en rhomboèdres basés, très aplatis, est translucide et brune en lames minces; l'*augite* en cristaux, à formes généralement nettes, appartient à la variété violette, très dispersive, des roches sodiques; elle se transforme localement sur les bords en *œgyrine*. La *néphéline* forme des prismes hexagonaux, atteignant parfois $1^{mm},5$.

» Les relations mutuelles de la néphéline et de l'augite sont très variées; trois cas peuvent être considérés : 1° l'augite, en cristaux nets, est antérieure à la néphéline qui l'englobe; souvent alors pendant la cristallisation de la néphéline, l'augite a continué à s'accroître, sous forme de prolongements pegmatoïdes, grêles, orientés sur le cristal ancien et disséminés dans la néphéline; 2° l'augite et la néphéline ont cristallisé simultanément; l'augite forme alors avec cette dernière une pegmatite semblable aux

pegmatites graphiques des roches acides; 3° l'augite est postérieure à la néphéline et constitue avec elle des associations analogues à celles qui caractérisent la structure ophitique, la néphéline jouant le même rôle que le feldspath dans les ophites.

» Les minéraux précédents, associés suivant un de ces trois modes, sont généralement cimentés par un peu de feldspath (orthose dominante avec, parfois, un peu de feldspath triclinique), formant de grandes plages (tantôt simples, tantôt maclées suivant la loi de Carlsbad) ou des lamelles aplaties suivant g^1 (010).

» Dans la plupart des échantillons il existe, en outre, un peu de matière vitreuse englobant des microlites filiformes d'orthose que moule un peu d'ægyrine. Très fréquemment, dans tous ces divers feldspaths, s'observent des groupements dentelliformes ou pegmatoïdes d'ilménite et d'augite. Il y a lieu de signaler, suivant les échantillons, de grandes variations dans la proportion des éléments primordiaux et de ces produits de cristallisation ultérieure.

» Enfin, la roche est excessivement riche en *christianite* (macle de Marburg) et en *mésotype* (¹) qui se forment aux dépens de la néphéline et du verre. Celui-ci est, du reste, plus attaquable que la néphéline et il n'est pas rare de trouver des échantillons dans lesquels ce dernier minéral presque intact est entièrement moulé par les zéolites.

» Cette roche doléritique rappelle, à certains égards, celle de Meiches (Vogelsberg); elle n'est pas la seule roche néphélinique existant au puy de Saint-Sandoux, on y rencontre, en effet, de nombreux filons de *néphélinites* franches, possédant les caractères extérieurs des basaltes compacts (²). Ces néphélinites sont riches en grands cristaux d'olivine, et contiennent en abondance de la magnétite et des microlites d'augite, très souvent maclés suivant h^1 (100) et disséminés dans de grandes plages de néphéline, souvent accompagnées d'un verre incolore.

» Fréquemment, ces néphélinites renferment en outre de grandes plages

(¹) Il existe plus rarement une zéolite ayant la biréfringence de la *mésotype*, mais ne possédant qu'un axe optique unique *positif*. Ce minéral, que je n'ai pu isoler, semble identique à l'*hydronéphélite* des syénites néphéliniques.

(²) Lecoq (*Époq. géol.*, III, 530) a signalé cette roche doléritique dont la véritable nature lui avait échappé; il a fait remarquer qu'il existe des passages insensibles entre elle et les roches compactes dont elle semble être un accident superficiel. Cette observation a été vérifiée par M. Gautier.

de biotite, postérieures aux autres éléments colorés. Ces roches compactes sont beaucoup moins zéolitisées que les types doléritiques.

» Enfin quelques filons sont constitués par de véritables *téphrites à olivine* (¹) par l'adjonction, à la roche précédente, de microlites feldspathiques, antérieurs à la néphéline.

» Je dois signaler l'existence d'enclaves de roches anciennes granitiques dans toutes ces roches; elles présentent les diverses modifications que j'ai décrites (²) dans d'autres gisements de la même région; l'une d'elles appelle toutefois l'attention par sa richesse en cristaux de corindon (saphir). C'est là encore un point de ressemblance avec les gisements auxquels je viens de faire allusion. La collection minéralogique du Muséum d'Histoire naturelle renferme de superbes cristaux de mésotype, avec analcime, provenant du puy de Saint-Sandoux.

» L'ensemble des observations que je viens de faire connaître montre que ce gisement est un des plus remarquables de l'Auvergne au point de vue minéralogique. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur les quantités d'eau contenues dans la terre arable après une sécheresse prolongée.* Note de MM. **Demoussy** et **Dumont**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Malgré une sécheresse prolongée, dont on connaît peu d'exemples, la plupart des plantes de grande culture, semées à l'automne ou au premier printemps, sont encore vertes et n'indiquent pas de signes de dépérissement. La quantité d'eau évaporée par leurs feuilles, soumises à la fois à un soleil ardent et à un vent sec, est cependant considérable et il était intéressant de savoir si la terre conservait encore des réserves d'humidité suffisantes pour subvenir aux besoins de la végétation.

» Sur les indications de M. Dehérain, nous avons, l'un à Paris, au Muséum, l'autre à Grignon, déterminé les quantités d'eau contenues dans différents sols, à la surface, puis à 25^{cm}, 50^{cm}, 75^{cm} et 100^{cm} de profondeur; les nombres obtenus sont résumés dans le Tableau suivant :

(¹) Il sera intéressant de rechercher s'il existe quelques relations entre ces téphrites basiques et les *andésites à haüyne*, décrites par M. Michel Lévy au mont Dore.

(²) Mémoire présenté à l'Académie et honoré du prix Vaillant (1892).

Eau contenue dans 100gr *de terre à diverses profondeurs.*

	Surface.	25cm.	50cm.	75cm.	1m.
	gr	gr	gr	gr	gr
Terre de jardin (Muséum)	4,5	27,1	24,0	24,2	22,8
Terre franche	2,0	13,5	14,5	14,0	14,5
Terre du champ d'expériences de Grignon.	6,6	16,3	15,7	15,9	16,7
Terre de la défonce (Grignon)	5,0	16,3	16,4	13,8	10,6

» Nous donnons l'analyse physique de ces diverses terres; les nombres se rapportent à 100gr de terre sèche.

	Terre			
	de jardin (Muséum).	franche (Muséum).	du champ d'expériences de Grignon.	de la défonce (Grignon).
Sable grossier	51,3	48,4	14,1	14,8
Calcaire terreux	12,6	9,1	4,2	18,4
Sable fin	17,9	31,2	68,0	61,0
Argile	12,6	9,5	22,1	3,3
Humus	5,3	1,5	1,5	2,4
	99,7	99,7	99,9	99,9

» La terre de la surface est tout à fait sèche, aussi la levée des betteraves est-elle très irrégulière; mais, à une certaine profondeur, la provision d'eau est suffisante pour expliquer que le blé, l'avoine et le trèfle végètent encore vigoureusement.

» On voit que la terre de jardin, très riche en humus, est celle qui conserve le plus grand approvisionnement d'eau. La terre de la défonce repose sur un sous-sol très calcaire (la proportion de carbonate de chaux est de 32 pour 100 à 50cm et de 40 pour 100 à 1m), et l'eau y est d'autant moins abondante que les échantillons ont été pris à une plus grande profondeur.

» Si l'on prend pour chaque sol la moyenne des proportions d'eau contenues, on trouve que, jusqu'à 1m, la terre de 1ha pesant 12000 tonnes renfermerait :

La terre de jardin	2460	tonnes d'eau.
La terre franche	1400	»
La terre du champ d'expériences	1700	»
La terre de la défonce	1490	»

» Ces quantités sont considérables, mais elles ne sont pas entièrement

à la disposition des racines; les plantes se fanent bien avant que la terre soit entièrement sèche; comme, de plus, les cellules à chlorophylle travaillent avec d'autant moins d'énergie que la proportion d'eau contenue dans les feuilles est plus faible, il est à craindre que la récolte ne soit compromise si la pluie se fait encore longtemps attendre. »

PHYSIOLOGIE. — *Toxicité comparée du sang et du venin de crapaud commun* (Bufo vulg.), *considérée au point de vue de la* sécrétion interne *des glandes cutanées de cet animal.* Note de MM. **Phisalix** et **G. Bertrand**, présentée par M. A. Chauveau.

« La résistance considérable que les batraciens, et en général les animaux à glandes venimeuses, opposent à l'empoisonnement par leur propre venin a été attribuée à l'accoutumance par suite d'une résorption par le sang d'une partie des produits glandulaires. Aussi la destruction des glandes spécifiques, comme l'a réalisée M. Brown-Séquard chez le serpent à sonnettes, a-t-elle pour effet d'abolir l'immunité de cet animal pour son propre venin. Cependant, la démonstration directe de la *sécrétion interne*, c'est-à-dire la constatation de la pénétration dans le sang des produits venimeux de la glande, n'a pas encore été donnée. C'est dans le but d'éclairer cette question que nous avons entrepris les présentes recherches sur le crapaud. Le poison des glandes cutanées de cet animal a une action physiologique si bien déterminée qu'on pouvait espérer le mettre en évidence dans le sang, et le distinguer nettement de tous les autres principes ordinaires de ce liquide.

» Le sang du crapaud est toxique. Les petits mammifères, tels que les cobayes, ne résistent pas à l'inoculation sous-cutanée ou péritonéale de sang de crapaud, mais comme il en faut des quantités assez grandes pour amener des accidents rapides (5^{cc}), c'est la grenouille surtout qui a servi à nos expériences. La dose nécessaire pour provoquer l'empoisonnement chez la grenouille est de 1^{cc} environ, mais il est évident que cette quantité varie un peu suivant le poids et la vigueur de l'animal. Nous avons toujours employé du sang frais extrait du cœur. Les résultats ont été les mêmes avec le sang entier ou le sérum légèrement teinté en rose.

» *Expérience.* — On injecte sous la peau du dos d'une grenouille très vigoureuse 2^{cc} de sang de crapaud. Quelques minutes après l'injection, les mouvements s'affaiblissent, le saut devient pénible; au bout d'un quart d'heure, *les membres postérieurs*

sont paralysés, l'animal, mis sur le dos, a beaucoup de peine à se retourner, malgré les efforts du train antérieur. La respiration, quoique affaiblie et intermittente, persiste. *La pupille est rétrécie*. La sensibilité est conservée. Dès le début, les *mouvements du cœur*, d'abord considérablement *ralentis*, ne tardent pas à *s'arrêter* tout à fait. Le ventricule est contracté et pâle, les oreillettes dilatées, flasques.

» D'après nos expériences, le venin agit de la même manière que le sang, il produit des résultats généraux identiques : *paralysie du train postérieur, ralentissement et arrêt du cœur, rétrécissement de la pupille*.

» Cet arrêt du cœur, avec paralysie des membres postérieurs, alors que la respiration reste intacte, est la caractéristique physiologique du venin de crapaud, à peu près telle que Vulpian l'avait établie, et permet d'affirmer sa présence dans le sang de cet animal. En raison de cette identité physiologique, nous nous sommes demandé si les principes actifs ne se trouveraient pas sous la même forme dans le sang et dans le venin.

» Pour extraire du sang les matières actives, on a opéré de la façon suivante : 50^{cc} de sang extrait du cœur de cent cinquante crapauds ont été additionnés peu à peu de 3 à 4 volumes d'alcool à 95°. Après vingt-quatre heures, on filtre. Le résidu est pressé et broyé avec de l'alcool à 95°, à plusieurs reprises, en filtrant chaque fois. On a ainsi obtenu 300^{cc} de solution alcoolique, qui ont été évaporés dans le vide pour en chasser l'alcool; le résidu a été ramené par addition d'eau à 50^{cc}, volume primitif du sang.

» Le venin a été traité de la même manière, et les solutions ainsi obtenues étudiées parallèlement sur la grenouille. Ces solutions, qui représentent la totalité des principes actifs, ont donné des résultats physiologiques identiques : *arrêt du cœur, paralysie des membres postérieurs, rétrécissement de la pupille*. D'après ces résultats, on pouvait supposer que les principes actifs du sang et du venin étaient de même nature chimique. En réalité, il n'en est pas absolument ainsi.

» En effet, les deux extraits alcooliques dont nous venons de parler ont été agités successivement avec de l'éther et du chloroforme, avec ou sans addition d'ammoniaque. Dans ces conditions, l'extrait préparé avec le sang n'a cédé aucune substance toxique aux dissolvants employés, tandis que celui provenant du venin leur a abandonné des produits nettement alcaloïdiques. Ces produits, à réaction alcaline et dont la solution chlorhydrique précipite par l'iodure de mercure et de potassium, l'acide picrique, le chlorure de platine, etc., ont une action physiologique ne différant en rien de celle obtenue avec l'extrait alcoolique du sang.

» Cette identité physiologique des principes toxiques, malgré la dissemblance chimique qui les sépare, peut s'expliquer en supposant qu'un même

noyau soit associé dans les deux humeurs à des fonctions chimiques différentes, ne modifiant pas son action physiologique, mais suffisantes pour en empêcher la séparation par une même méthode chimique.

» Quoi qu'il en soit, la présence de principes actifs du venin dans le sang explique suffisamment l'accoutumance et l'immunité relative du crapaud pour son propre venin. Nous basant sur la facilité avec laquelle on peut faire absorber, par le réseau capillaire des glandes, le venin qu'elles contiennent ([1]) et sur les résultats physiologiques précédents, nous arrivons à cette conclusion : que les glandes venimeuses, indépendamment de leur sécrétion externe, fournissent au sang une partie des éléments qu'elles élaborent et apportent ainsi dans ce liquide des modifications et des qualités particulières qui jouent sans doute un rôle considérable dans la biologie de l'espèce. »

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *Le bacille pyocyanique chez les végétaux*. Note de M. A. **Charrin**, présentée par M. Ch. Bouchard.

« Il n'est pas sans intérêt d'observer ce qui se passe quand on inocule aux végétaux un microbe pathogène pour l'animal. On se trouve, en effet, en présence d'économies moins complexes; dès lors, on peut voir certains phénomènes ou quelques-unes de leurs phases se dérouler avec plus de simplicité.

» Toutefois, une première difficulté consiste à rencontrer une plante dont les organes, les feuilles spécialement, qui, prises isolément, forment une série d'êtres juxtaposés facilitant les recherches, permettent de tenter avec succès ces inoculations. Le plus souvent, on échoue, soit parce que les éléments nutritifs font défaut, soit parce que les défenses sont trop puissantes, soit encore parce qu'il n'est pas possible d'introduire des doses suffisantes. Grâce au bacille pyocyanique, d'une part, et à une variété de Crassulacées, d'autre part, quelques essais peuvent réussir.

» *Expérience I.* — Le 3 décembre 1892, on injecte un demi-centimètre cube de la culture du microbe de la suppuration bleue dans l'épaisseur de quatre feuilles, 1, 2, 3, 4, d'une Crassulacée (*Pachyphyton bracteosum*), puis un quart dans le centre de quatre autres de ces feuilles, 5, 6, 7, 8. Trois jours après, on sème sur agar 2 à 3 gouttes du suc de 1 et de 5; les cultures donnent du vert.

([1]) Phisalix, *Comptes rendus*, 22 septembre; 1889.

» L 10 décembre, on obtient des résultats identiques, en puisant dans les feuilles 2 et 6. Le 13, on ensemence avec le liquide de 3 et de 7; le tube qui a reçu le produit de 3 seul fournit du pigment. Le 18 on dépose, toujours sur agar, une partie du contenu de 4 et de 8. De rares colonies se développent dans le milieu fertilisé à l'aide de la feuille 4; le second tube est stérile.

» Ainsi, après quinze à vingt jours, et parfois plus, les résultats sont tantôt positifs, tantôt négatifs ([1]). Les conclusions sont identiques, si l'on consulte les faits suivants :

» *Expérience II.* — On introduit de $0^{cc},3$ à $0^{cc},5$ de la culture du bacille pyocyanique dans sept feuilles de la même Crassulacée, le 31 janvier 1893. Tous les quatre ou cinq jours, on prélève du suc de ces feuilles pour ensemencer divers bouillons. Pendant une semaine et demie, les pigments apparaissent, puis ils commencent à faire défaut. Vers le 13 février 1893, on voit quelques-uns de ces ensemencements ne pas fructifier.

» D'autres expériences établissent que, si l'on inocule seulement une ou deux gouttes, dès la huitième ou la douzième journée, on cesse de constater la production des teintes caractéristiques sur les milieux nutritifs, surtout quand on utilise un germe affaibli. Il s'ensuit que, chez les végétaux comme chez les animaux, la quantité et la qualité des virus importent au succès de l'inoculation.

» Lorsque le bacille évolue pendant un certain temps, quinze jours à un mois, au sein de ces feuilles, ces organes se rident, se dessèchent, flétrissent, tombent. On arrive aux mêmes résultats en faisant pénétrer les produits solubles, principalement ceux que l'alcool précipite; une expérience portant sur huit feuilles, réalisée en décembre 1892, l'établit; elle montre également qu'il convient de tenir compte du traumatisme, attendu que la simple injection du bouillon, à doses semblables, provoque des altérations, mais des altérations moins marquées.

» Si l'on pratique des examens histologiques sur des pièces durcies, on reconnaît que l'immense majorité des germes est accumulée dans les espaces intercellulaires; les cellules n'en renferment relativement qu'un tout petit nombre; encore est-on en droit d'attribuer leur pénétration à un vice de technique.

» Nulle part on ne note l'existence d'éléments libres, mobiles, venus au voisinage des parasites; d'ailleurs, la structure du végétal, de ses membranes d'enveloppe, permettent de prévoir ces données. Ajoutons que

(1) La valeur du virus, là et ailleurs, influence les résultats.

les organites eux-mêmes, pour une part, offrent des signes non douteux de dégénérescence.

» Des modifications chimiques accompagnent ces changements anatomiques.

» *Expérience III.* — Les feuilles du *Pachyphyton bracteosum* renferment, pour 100^{gr}, une quantité d'acides (acide oxalique, acide isomalique, etc.), correspondant à $0^{gr},225$ d'acide sulfurique pur.

» A diverses reprises, on a dosé cette acidité dans le suc de celles de ces feuilles qui avaient reçu le bacille pyocyanique. On a constaté qu'après dix à quinze jours d'infection cette acidité tombait à 0,150 et 0,120.

» Cette diminution est, en général, proportionnelle aux quantités de culture introduites; elle est aussi en rapport avec le développement du germe; plus il prospère, plus la réaction se rapproche de l'état neutre.

» Si l'on ensemence un tube contenant 4^{cc} du suc de ces feuilles avec une goutte de cette culture pyocyanique, l'acidité, toujours exprimée en fonction de SO^4H^2, vaut $0^{mgr},16$; elle marque $0^{mgr},04$, lorsqu'on a mis huit gouttes; on arrive parfois à l'alcalinité.

» Chaque fois, pour ces recherches, on a utilisé la baryte titrée et la pthaléine du phénol [1].

» Ces expériences prouvent qu'il y a parallélisme entre ces trois termes : quantité inoculée, durée de la survie des germes, réaction du milieu.

» *Expérience IV.* — Dans une série de tentatives, nous avons introduit un nombre variable de gouttes de produits solubles dans une foule de feuilles; puis, nous avons pratiqué l'inoculation après avoir attendu quatre, huit, douze, quatorze, dix-huit jours, contaminant simultanément des feuilles normales.

» Le bacille s'est toujours développé, dans les organes traités préalablement, aussi abondamment, et même plus abondamment, que dans les témoins.

» Il est aisé de concevoir, à côté de ces questions, d'autres problèmes soulevés par ces recherches. Néanmoins, telles qu'elles sont, elles établissent entre la cellule végétale et la cellule animale, soumises l'une et l'autre à l'action d'un bacille pathogène, des rapprochements, et, en même temps, des différences.

» Dans les deux règnes, pour triompher, les bactéries doivent avoir pour elles la quantité comme la qualité; elles utilisent, pour agir, leurs

---

[1] Ces analyses sont dues, en partie, à l'obligeance de MM. Guignard et Drouin.

sécrétions; il convient, en outre, de compter avec les actes traumatiques, avec la concurrence vitale, etc.

» Dans les deux règnes, elles altèrent les tissus, modifient les milieux, arrivent à changer la réaction des humeurs. Ces modifications, plus faciles à dégager chez la plante, mettent en évidence le principe de l'adaptation de l'organe envahi aux besoins de l'envahisseur, adaptation accomplie par cet envahisseur.

» Dans les deux règnes existent des défenses mécaniques et chimiques. Toutefois, chez les végétaux, les premières sont infiniment plus marquées; de là la difficulté de la pénétration intra-cellulaire. Les secondes, lorsqu'il s'agit d'immunité naturelle, sont aussi plus marquées du côté de la plante; de leur efficacité ou de leur neutralisation dépendent, en partie, la durée, l'intensité de l'évolution de l'agent pathogène commun à l'homme et à la plante.

» La protection par les phagocytes établit entre ces deux règnes une distinction importante; la structure du végétal se prête peu à ce processus.

» Ajoutons que l'économie de la feuille ne réagit pas sous l'influence des toxines pour réaliser l'état réfractaire; du moins, cette réaction n'a pas eu lieu en se plaçant dans des conditions analogues à celles que l'on observe chez l'animal; on a laissé à la plante, tantôt un temps égal, tantôt un temps trois et cinq fois plus considérable que celui qui est nécessaire, chez le lapin ou le cobaye, par exemple, pour aboutir à cet état réfractaire. — Il est possible que, en modifiant l'expérience, on arrive à des résultats positifs. — Ces conclusions, du reste, s'appliquent à nos recherches, à elles seules. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la synthèse microbienne du tartre et des calculs salivaires*. Note de M. V. **Galippe**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« En avril 1886, j'ai publié sur le tartre, sur les calculs salivaires en particulier et sur les calculs en général, le résultat d'analyses microbiologiques, complétées par des travaux ultérieurs, tendant à démontrer que les parasites contenus dans ces concrétions n'y existent pas accidentellement, mais sont les agents des phénomènes chimiques ayant déterminé la précipitation des substances qui les constituent. Ces parasites y conservent leur vitalité pendant plusieurs années; il sont cultivables et isolables.

» J'ai tenté de réaliser la synthèse microbienne du tartre et des calculs salivaires. Mon expérience, commencée en décembre 1885. n'a pris fin qu'en février 1890. Au bout de ce temps, j'ai trouvé dans de la salive normale, saturée d'acide carbonique, un nombre considérable de petites concrétions calculeuses de densité variable.

» A l'aide de différents réactifs j'ai pu établir que le squelette organique de ces calculs était constitué par un lacis très serré de micro-organismes ayant déterminé la précipitation des sels terreux.

» Les micro-organismes varient suivant les espèces de calculs.

» Les micro-organismes ont conservé leur vitalité et peuvent être cultivés à nouveau.

» Au point de vue chimique, ces calculs sont constitués par des phosphates et des carbonates de chaux et de magnésie, comme ceux qui se forment spontanément dans l'économie.

» On conçoit que l'accroissement de tels calculs puisse être indéfini si les éléments constituants se renouvellent d'une façon continue. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

ERRATA.

(Séance du 1er mai 1893.)

Note de M. *C. Poulenc*, Sur les fluorures alcalino-terreux :

Page 987, ligne 19, *lire* les lignes 15 à 36 de la page 988 et 1 à 14 de la page 989, avec les notes correspondantes, avant l'alinéa : « Sa densité....

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 MAI 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance de lundi prochain 22 mai sera remise au mardi 23.

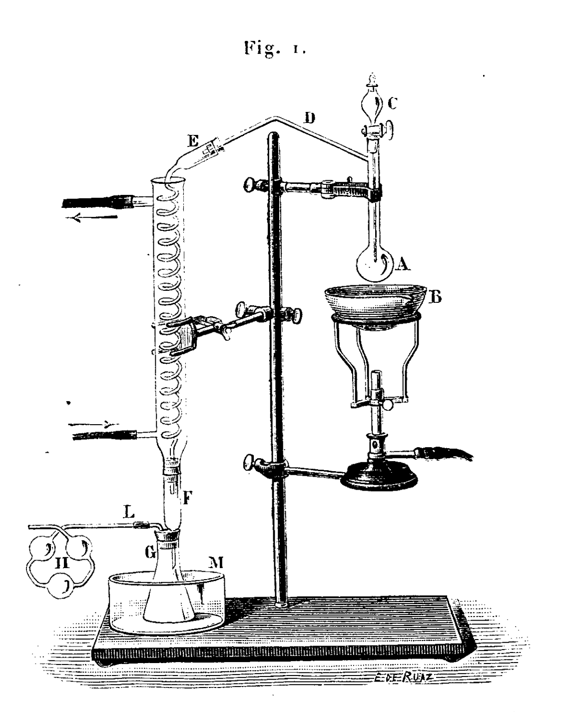
ANALYSE CHIMIQUE. — *Sur le dosage du bore*.
Note de M. **Henri Moissan**.

« Au début de notre étude sur le bore et ses composés, nous avons été amené à reprendre les différentes méthodes de dosage du bore. Celle qui nous a fourni les meilleurs résultats et qui nous a présenté le plus de généralité est la méthode de Gooch, fondée sur l'action de l'alcool méthylique sur l'acide borique. Nous avons modifié ce procédé de façon à le rendre

plus rapide et à éviter les causes d'erreur dues aux pertes par volatilisation de petites quantités d'acide borique. L'appareil dont nous nous servons est représenté par la *fig.* 1.

» *Description de l'appareil.* — Le ballon A est fermé par un bouchon de verre rodé, faisant corps avec un entonnoir à robinet C, dont le tube effilé vient descendre jusqu'au milieu du ballon. Ce tube s'engage au moyen d'un bouchon en caoutchouc dans l'entonnoir E d'un serpentin de verre

Fig. 1.



entouré d'un courant d'eau froide. A la partie inférieure, un bouchon en caoutchouc percé de deux trous porte un petit tube en entonnoir F fixé au tube du réfrigérant et un tube recourbé à angle droit L. Ce bouchon s'adapte sur une fiole en verre de Bohême G, de 125^{cc} environ, placée au milieu d'un cristallisoir M rempli d'eau très froide. Le tube L se trouve relié à un tube à boule H contenant une solution aqueuse d'ammoniaque au cinquième.

» Enfin, au-dessous du ballon A, se trouve une capsule contenant une solution saturée de chlorure de calcium. Cette capsule fait corps avec un brûleur de Bunsen de façon à former un bain-marie mobile permettant de chauffer momentanément le ballon A.

» *Théorie du dosage.* — Le bore doit être au préalable amené sous forme d'acide borique. On y réussit le plus souvent en traitant le corps à analyser par l'acide azotique en tube scellé. Le mélange d'acide borique et d'acide azotique est introduit dans le ballon. On entraîne l'acide borique par l'alcool méthylique pur et l'on condense le mélange liquide dans le verre de Bohême. Les vapeurs sont arrêtées par l'ammoniaque, que l'on réunit au liquide du verre de Bohême après la distillation. Ce liquide est versé sur un poids connu de chaux pure hydratée, pesée au préalable à l'état anhydre et contenue dans un creuset de platine. Après un quart d'heure de contact, on évapore au bain-marie à une température voisine de 70°; on calcine et l'on pèse de nouveau. Il s'est fait du borate de chaux. L'augmentation du poids donne l'anhydride borique. Un simple calcul indique la quantité de bore.

» *Pratique de l'expérience.* — Après avoir introduit dans le ballon l'acide borique ou le borate avec la plus petite quantité de liquide possible, on ajoute 1^{cc} d'acide azotique et l'on distille à sec. Le ballon est retiré du bain-marie et on laisse tomber par l'entonnoir 10^{cc} d'alcool méthylique, puis l'on distille à nouveau. Cette opération est répétée quatre fois et en ayant bien soin de distiller à sec avant l'addition d'une nouvelle dose d'alcool. Finalement on introduit dans l'appareil 1^{cc} d'eau distillée et 1^{cc} d'acide azotique. On distille comme précédemment, et l'on fait à nouveau trois épuisements successifs par l'alcool méthylique.

» Lorsque l'on suppose que tout l'acide borique est entraîné, on soulève le bouchon du verre de Bohême et l'on recueille, sur une fine lanière de papier, une goutte de l'alcool qui distille. Approché d'une flamme, cet alcool ne doit plus brûler avec une coloration verte. Cet essai est très sensible et permet de reconnaître d'une manière certaine la fin de l'opération. S'il y a encore une légère coloration verte, on ajoute sur le résidu du ballon $0^{cc},5$ d'acide azotique et 5^{cc} d'alcool méthylique; on distille une dernière fois. L'alcool ne doit plus donner aucune coloration à la flamme.

» Les vapeurs et les gouttelettes entraînées mécaniquement sont arrêtées par la solution ammoniacale du tube à boules. Ce dispositif est très important; les pertes étant notables si on le supprime. Il est également important que la paroi du ballon qui se trouve au-dessus du niveau du liquide alcoolique ait une température supérieure au point d'ébullition de l'alcool méthylique; on évite ainsi les soubresauts. Le col du ballon est

assez long ainsi que le tube courbé en col de cygne, afin d'éviter les entraînements dus aux soubresauts dont nous venons de parler, qu'il est parfois difficile d'empêcher.

» Lorsque l'opération est terminée, on réunit l'ammoniaque du tube à boules au liquide distillé et l'on verse le tout sur de la chaux éteinte contenue dans un creuset de platine en agitant vivement. Si le liquide est encore très acide, il est nécessaire d'entourer le creuset d'eau glacée pour éviter son échauffement.

» On laisse en contact un quart d'heure; on s'assure de l'alcalinité du mélange, puis on évapore au bain-marie à une température inférieure au point d'ébullition de l'alcool méthylique. Cette partie de l'opération est assez longue et doit être surveillée avec soin. La masse est ensuite desséchée à une température de plus en plus élevée; on calcine au chalumeau le creuset de platine, d'abord muni de son couvercle, et enfin ouvert. Le refroidissement se fait dans un dessiccateur à chaux vive et l'on pèse. Après une nouvelle calcination le poids doit rester constant. L'augmentation de poids fournit le bore en anhydride borique.

» La chaux employée dans cette opération doit être préparée dans le creuset même et d'une façon spéciale. On a calciné de l'azotate de chaux pur de façon à ne pas produire sa décomposition complète et à former un azotate basique facile à manier et à conserver. C'est ce composé que l'on transforme, en temps utile, en chaux vive par une forte calcination. On s'assure que le creuset ne contient que de la chaux vive, grâce à la constance de son poids après plusieurs calcinations. Il faut employer un grand excès de chaux; pour $0^{gr},5$ d'acide borique notre creuset de platine contenait de 8^{gr} à 10^{gr} de chaux.

» *Résultats.* — Ce procédé d'analyse, qui est encore assez long et assez délicat, nous a donné des chiffres très concordants. C'est grâce à lui que nous avons pu doser le bore dans un grand nombre de composés et nous ne citerons, comme exemple, que les chiffres donnés par l'acide borique anhydre.

Anhydride borique provenant d'un acide borique pur et maintenu en fusion pendant plusieurs heures.

1.	2.	3.	4.
99,73	99,67	99,62	99,60

» Ce procédé a été employé pour doser le bore dans les produits de

l'attaque de l'acide borique par les métaux alcalins et par le magnésium, dans les phosphures de bore, dans les sulfures de bore et dans quelques borates métalliques. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Le travail de la terre et la nitrification;* par M. **P.-P. Dehérain.**

« Il y a plus de cinquante ans que Liebig nous a enseigné que les terres cultivées renferment des quantités considérables de matières organiques azotées. Il n'est pas rare de doser, dans 1^{kg} de terre, de 1^{gr} à 2^{gr} d'azote combiné, ce qui correspond à 4000^{kg} ou 8000^{kg} d'azote dans 1 hectare de 4000 tonnes. Quand on se rappelle que de très bonnes récoltes de blé, de betteraves ou de foin n'exigent que 100^{kg}, 120^{kg} ou 150^{kg} d'azote, on est étonné qu'il faille, pour obtenir ces récoltes abondantes, ajouter des engrais azotés, et notamment du nitrate de soude dont l'efficacité est établie depuis longtemps.

» Boussingault nous a montré qu'en effet la matière azotée de la terre arable est habituellement inerte. Sa transformation est trop lente pour subvenir aux exigences des innombrables individus de la même espèce que la commodité des semailles et des récoltes nous force d'accumuler sur le même sol. Semés au même moment, tous ces individus se développent parallèlement, tous ont à chaque époque de leur croissance les mêmes besoins, que la terre, abandonnée à ses seules ressources, est incapable de satisfaire.

» Elle l'est même souvent quand elle reçoit de copieuses fumures de fumier de ferme. Pour s'en convaincre, on procède à l'analyse des eaux de drainage de terres nues, fumées ou non; on sait, en effet, que l'ammoniaque se nitrifie aisément, que les nitrates ne sont pas retenus par la terre, que tout azote nitrifié dans une terre nue est entraîné par les eaux et que, par suite, on a une idée assez exacte de l'azote assimilable que fournit une terre nue en déterminant les nitrates contenus dans les eaux de drainage.

» J'ai trouvé, en 1891, que des terres variées, qui avaient reçu une copieuse fumure de 60000^{kg} de fumier de ferme à l'hectare, avaient laissé couler les quantités d'azote nitrique suivantes, que nous mettons en comparaison avec celles que donnent les terres sans engrais.

	Azote nitrique formé dans 1 hectare de terres (1891)	
	fumées.	non fumées.
	kg	kg
Printemps	52,21	21,87
Été	24,79	15,21
Automne	42,89	31,69
Hiver	19,44	15,17
Année entière	139,33	83,94

» La quantité totale est considérable et semblerait suffisante, mais il est bien à remarquer qu'une fraction de cette quantité est seule utilisable. Le blé ou l'avoine n'assimilent que les nitrates de printemps; dès le commencement de juillet, ces plantes cessent d'en tirer profit; les betteraves et les pommes de terre s'emparent encore des nitrates d'été, mais ceux qui apparaissent en automne et en hiver n'ont aucune utilité; la nitrification du printemps est habituellement tout à fait insuffisante, de là l'emploi de quantités croissantes de nitrate de soude; aujourd'hui l'Europe importe environ 500 000 tonnes de nitrates presque entièrement acquises par la culture.

» Est-il possible de provoquer dans nos terres, au printemps, une nitrification assez active pour restreindre ou même supprimer cette grande dépense de nitrate de soude, c'est là ce que je veux examiner.

» Au commencement de l'année 1891, notre éminent confrère M. Fizeau voulut bien m'envoyer de la terre de son domaine de Vanteuil (Seine-et-Marne). Cette terre fut placée dans ces grands vases en grès que j'emploie, à l'imitation de M. Berthelot, pour recueillir les eaux de drainage.

» Dès le printemps, les eaux coulèrent; à l'analyse, on obtint les quantités suivantes d'azote nitrique :

	Azote nitrique par mètre cube.	
	n° 1.	n° 2.
24 mars 1891	584^{gr}	539^{gr}
7 avril 1891	664^{gr}	466^{gr}

» Ces nombres sont prodigieux; en Angleterre, M. Frandland donne en moyenne, pour la richesse en azote de 1^{mc} d'eau de drainage écoulée des appareils de Rothamsted : 21^{gr},9 d'azote nitrique; dix ans plus tard, M. Warington trouve seulement : 10^{gr},6; la moyenne des dosages de Grignon est de 39^{gr} par mètre cube.

» M. Fizeau était certain cependant que les terres n'avaient pas reçu de nitrate de soude, que le sac qui avait servi au transport était neuf, et je ne savais trop à quelle cause attribuer cette nitrification excessive, quand l'année suivante un fait analogue vint de nouveau frapper mon attention.

» Je reçus de M. Boire, administrateur des usines de Bourdon, des terres de la Limagne d'Auvergne; mises en expériences, elles donnèrent en azote nitrique, par mètre cube :

	Terre de Marmilhat. (Puy-de-Dôme.)	Terre de Palbost. Puy-de-Dôme.)
21 juillet 1892..........	884gr	440gr
27 septembre...........	250gr	285gr

» Je constatai en outre, en consultant les registres du laboratoire, que les terres donnaient toujours, au moment où elles étaient mises en expériences, des nitrates en proportions beaucoup plus fortes que quelques mois plus tard; c'est ce que démontrent très clairement les nombres ci-joints :

	Azote nitrique par mètre cube d'eau de drainage.	
	1890.	1891.
Terre de Wardrecques (Pas-de-Calais).........	116gr	33gr
Terre de Blaringhem (Nord)..................	108gr	39gr

» Enfin, l'an dernier, j'ai fait remplir de terres les cases de végétation nouvellement construites, dont j'ai déjà eu l'honneur d'entretenir l'Académie; j'ai obtenu 158gr d'azote nitrique par mètre cube d'eau de drainage écoulée d'une terre sans végétation, c'est-à-dire encore infiniment plus que ce que donnent les eaux écoulées des terres en place.

» C'est seulement quand tous ces faits s'ajoutèrent les uns aux autres que je me souvins d'une page excellente écrite, il y a déjà plusieurs années, par notre confrère, M. Schlœsing, sur l'influence qu'exerce la trituration du sol sur la dissémination des ferments et, par suite, sur l'activité de leur travail. J'avais essayé de répéter l'expérience de M. Schlœsing et je n'y avais que médiocrement réussi; c'est que, en effet, les terres sur lesquelles j'avais agi étaient au laboratoire depuis quelque temps; elles avaient été tamisées, remuées de telle sorte qu'une nouvelle trituration n'avait plus grande action. Il me parut que, si les terres envoyées à Grignon, de Seine-et-Marne, du Puy-de-Dôme, du Nord et du Pas-de-Calais avaient nitrifié avec une extrême énergie, c'est que, pour prélever les échantillons, les

ensacher, puis les mettre en expériences, on les avait remués, triturés, qu'on y avait très bien disséminé les ferments, suivant l'expression de M. Schlœsing.

» Pour vérifier cette manière de voir, je fis choix de six vases de terre, en expériences à Grignon depuis deux ans et qui, depuis cette époque, étaient restés en place : trois vases restèrent intacts, trois autres, renfermant les mêmes terres que les précédents, furent transportés dans le bâtiment de la station, et les 50^{kg} de terre qu'ils renfermaient furent étalés sur un carrelage bien nettoyé, où l'on ne fait aucune manipulation d'engrais; la terre resta exposée à l'air six semaines, du 1er novembre au 15 décembre, et de temps à autre elle fut remuée avec un rateau; les terres furent alors ramenées au laboratoire et de nouveau exposées en plein air. A ce moment, on préleva des échantillons sur les terres remuées et sur celles qui étaient restées en place, on chercha l'azote nitrique dans 100^{gr} de chacune d'elles.

Azote nitrique extrait de 100^{gr} *de diverses terres (en milligrammes).*

	Terre de Grignon (Seine-et-Oise)		Terre de Marmilhat (Puy-de-Dôme)		Terre de Palbost (Puy-de-Dôme)	
	non remuée.	remuée.	non remuée.	remuée.	non remuée.	remuée.
N° 1......	2	44	2	51	2	71
N° 2......	3	39	2	46	2	57

» Au mois de février, et au commencement de mars, ces terres, remises en place, donnèrent des eaux de drainage, elles accusèrent en moyenne par mètre cube :

Azote nitrique contenu dans 1^{mc} *d'eau de drainage.*

Terres non remuées........................	$18^{gr},8$
Terres remuées............................	$1340^{gr},0$

» L'acide azotique était combiné pour la plus grande partie à la chaux, pour une part beaucoup plus faible avec de la magnésie et pour une quantité encore moindre à de la potasse.

» Les nombres précédents paraissent excessifs, Boussingault cependant à diverses reprises en a obtenu de semblables; toutefois, avant d'exposer ces résultats devant l'Académie, j'ai jugé utile de répéter encore ces expériences, afin de savoir si toujours, à toutes les époques de l'année, la tritu-

ration déterminait une nitrification aussi énergique que celle que je venais d'observer.

» Des échantillons furent pris dans le jardin de mon laboratoire du Muséum, d'autres dans différents vases en expériences à Grignon; ces terres étaient durcies par la gelée et il fallut attendre quelques jours pour qu'il devînt possible de les pulvériser et de les triturer convenablement. Ces terres, maintenues en expériences pendant deux mois, soit à la température ordinaire, soit même à l'étuve, n'ont donné que de faibles quantités d'azote nitrique; la nitrification y a fait des progrès constants mais très lents : de 2^{mgr} extraits de 100^{gr} de terre au début on est péniblement monté à 6^{mgr}.

» On reprit de nouveaux échantillons au mois de mars, notamment sur les terres semblables à celles qui au mois de novembre avaient nitrifié si énergiquement; malgré de nombreuses triturations la nitrification y fut irrégulière, elle resta à 8^{mgr} pour 100^{gr} de terre pour les terres de Seine-et-Marne et de Seine-et-Oise, et s'éleva à 10^{mgr} et 15^{mgr} pour les terres du Puy-de-Dôme maintenues à la température ordinaire; à l'étuve à 30°, tous les chiffres furent plus élevés, et atteignirent de 20^{mgr} à 24^{mgr} pour 100^{gr} de terre.

» Ainsi, tandis que des terres mises en expériences en novembre, abandonnées dans une pièce froide ont, après avoir été triturées avec soin, nitrifié avec une extrême énergie, de nouveaux échantillons des mêmes terres, pris en janvier et en mars, maintenus humides et à une température très favorable, n'ont habituellement donné que des quantités de nitrates médiocres et, au maximum, à peine moitié de celles qu'on avait recueillies des terres triturées en novembre.

» Visiblement, à toutes les époques, l'activité des ferments nitriques n'est pas la même; mais, sans insister sur ce point qui ne sera éclairci qu'à la suite de nouvelles recherches, j'arrive aux applications agricoles qu'on peut déduire des faits exposés dans cette Note.

» Comment passer des nombres obtenus au laboratoire sur 100^{gr} de terre à ce qui se produira dans le sol de 1^{ha}, à la suite des travaux qui ont pour but de l'ameublir. Si énergiques que soient nos moyens d'action, ils ne nous permettent pas de triturer, d'émietter le sol jusqu'à la profondeur de $0^m,35$, sur laquelle portent nos calculs quand nous admettons pour le poids de la terre de 1^{ha} : 4000 tonnes; en revanche, nous pouvons supposer que l'ameublissement du sol atteindra le quart de la profondeur précédente, c'est-à-dire $0^m,09$; le poids de la terre de 1^{ha} sera ainsi de 1000 tonnes

et, pour passer des nombres obtenus sur 100^{gr} de terre à ceux que fournira 1^{ha}, il faudra multiplier par 10 millions.

» En appliquant ce mode de calcul, on trouverait que les terres mises en expériences en novembre dernier donneraient de 440^{kg} à 710^{kg} d'azote nitrique à l'hectare; si une semblable nitrification s'établissait dans une terre, elle serait ruineuse, aucune culture n'est capable d'absorber de pareilles quantités d'azote nitrique. Ce qui nous est nécessaire, ainsi que nous l'avons dit déjà, c'est environ 100^{kg} ou 120^{kg} d'azote nitrique au printemps; cette condition est remplie quand un lot de terre de 100^{gr} donne de 10^{mmg} à 12^{mmg} d'azote nitrique; or, si les terres mises en expériences en mars, après avoir été triturées, n'ont pas donné les chiffres excessifs de novembre, elles fournissent en moyenne ces 10^{mmg} et les progrès des terres restées en retard jusqu'à présent indiquent que bientôt cette quantité sera dépassée comme elle l'est déjà dans quelques échantillons.

» La trituration du sol est donc, comme l'a indiqué M. Schlœsing, un puissant moyen d'activer la nitrification, et il convient d'examiner à ce point de vue les travaux qu'exécute le cultivateur.

» En octobre ou en novembre, on donne les grands labours; le sol ouvert par la charrue recueille, absorbe, emmagasine les eaux d'hiver, qui glisseraient sans pénétrer sur une terre durcie par le soleil et damée par la pluie; la charrue exécute très bien ce premier travail, elle se borne à retourner la motte qu'elle soulève sans la briser, toutes les molécules se déplacent parallèlement les unes aux autres, il n'y a pas de trituration, et il ne faut pas qu'il y en ait, si la terre doit rester découverte pendant tout l'hiver, car la trituration déterminerait une nitrification active absolument préjudiciable; les nitrates formés seraient dissous, entraînés, perdus.

» Aussitôt qu'approche l'époque des semailles, il faut, au contraire, que cette trituration soit aussi complète que possible; c'est le moment de faire entrer en jeu les herses, les rouleaux, les scarificateurs, et, quand les plantes sont levées, il faut encore, par des binages répétés, émietter le sol, le pulvériser, le triturer avec d'autant plus de soins qu'on cultive une plante plus exigeante; on a remarqué que le poids des betteraves obtenues est en raison du nombre de binages exécutés.

» Je crois que si ces façons sont multipliées, que si l'on emploie des instruments mieux appropriés à cette fonction de trituration que ceux que nous employons d'ordinaire, on pourra provoquer dans les sols en place une nitrification analogue à celle que nous obtenons au laboratoire, et

obtenir de pleines récoltes sans s'astreindre à acquérir du nitrate de soude.

» Des expériences, disposées en vue de montrer l'influence qu'exerce le travail du sol sur l'activité de la nitrification, sont en cours d'exécution, et, après la récolte, je rendrai compte à l'Académie des résultats obtenus. »

CHIRURGIE. — *Du réveil de certaines affections latentes (étiologie et pathogénie)* (¹), par M. **Verneuil**.

« De temps immémorial on a noté la réapparition d'accidents divers dans le foyer d'anciennes blessures complètement guéries en apparence depuis plus ou moins longtemps. Notamment, à la suite des fractures par armes à feu, qui, en général, suppurent longtemps, il est commun d'observer des douleurs modérées et passagères parfois, mais parfois aussi fort intenses avec périostite, ostéite, formation d'abcès, ouverture ou réouverture de fistules, issue de séquestres et d'autres corps étrangers et naturellement symptômes généraux correspondants.

» Ces accidents peuvent se montrer des mois, des années, des lustres même après la blessure, à des époques indéterminées, séparées par des trêves pendant lesquelles le membre fracturé, s'il est exempt de déformation, de raideur ou d'atrophie, fonctionne quasi normalement.

» Tout ceci est absolument classique.

» En revanche, on connaît beaucoup moins les causes et le mécanisme de ces réveils imprévus et décourageants qui ne permettent jamais de compter sur la guérison définitive et justifient trop bien une de mes maximes favorites : *Restitutio ad integrum, post morbos, res rarissima.*

» Lorsqu'on se montre peu exigeant en étiologie, qu'après l'ouverture des abcès on trouve un séquestre ou autre corps étranger, et qu'on se rappelle enfin que fréquemment un certain nombre de microbes pyogènes restent emprisonnés dans des foyers purulents clos après avoir communiqué longtemps avec l'extérieur, on croit ces conditions suffisantes pour expliquer comment, suivant une locution vulgaire mais bonne à conserver, les foyers pathologiques éteints *se réchauffent* et *se rallument*.

» D'autre part, si l'on considère que les corps étrangers et dépôts micro-

---

(¹) Pour désigner les faits que je vais exposer, je préfère le terme de *réveil* à ceux de *rechute, récidive, recrudescence,* qui n'ont pas exactement la même signification.

biens latents peuvent être tolérés un temps infini sans provoquer la moindre réaction locale et sans donner signe d'existence, on en conclura que leur rôle, s'il n'est pas entièrement nul, exige au moins pour s'exercer le concours d'autres agents pathogènes plus actifs.

» Or, parmi ceux-ci, il en est deux principaux dont la fâcheuse efficacité n'est pas douteuse, savoir : 1° une nouvelle violence extérieure portant sur le lieu de l'ancienne blessure ; 2° une maladie infectieuse : pyrexie, toxémie, microbiose aigüe etc., contractée par hasard.

» Le mécanisme du réveil, quoique très différent dans les deux cas, est facile à saisir.

» Le nouveau trauma, qui eût été apte à engendrer de toutes pièces et dans des tissus sains un travail inflammatoire, *a fortiori*, agira de même et plus aisément encore sur un point où les matériaux phlogogènes et pyogènes sont pour ainsi dire en réserve et tout prêts à réaliser l'auto-inoculation traumatique, surtout s'il existe un séquestre capable de blesser la paroi de la cavité pathologique qui le renferme.

» De son côté, l'infection, d'où qu'elle parte, implique l'existence dans le sang de principes toxiques, lesquels inoculent, par endosmose cette fois, l'ancien foyer traumatique prédisposé à les recevoir à titre de *Locus minoris resistentiæ* et en raison de son état anatomique spécial.

» M'étant imposé comme règle de ne jamais éditer une proposition de pathologie générale si claire et si bien fondée qu'elle paraisse, sans l'appuyer sur des faits irrécusables, ne pouvant cependant citer tous ceux que j'ai réunis, je me bornerai à rapporter ici un cas type d'autant plus probant que, des trois réveils dont le blessé a souffert dans l'espace de quatorze ans (1879-1893), les deux premiers ont eu pour cause évidente une violence extérieure, et le dernier une attaque de la maladie régnante, de cette sotte grippe qui n'a pas sa pareille pour rappeler tous les états morbides antérieurs plus ou moins oubliés.

» Voici le fait sommairement rapporté.

» *Observation.* — M. N..., percepteur en province, 44 ans, taille moyenne, bonne constitution, atteint seulement de manifestations arthritiques, reçoit en 1870, à la bataille du Mans, une balle qui fracture le fémur gauche un peu au-dessus de la partie moyenne. Refus absolu d'amputation, traitement par la conservation qui réussit, mais avec suppuration interminable, recrudescences inflammatoires réitérées, issue de nombreuses esquilles, etc. En 1873 seulement, les plaies sont cicatrisées. Une saison à Barèges accélère la restauration fonctionnelle qui s'achève, et grâce à laquelle, malgré un cal un peu difforme, M. N. en 1879 marchait, chassait et se livrait surtout à l'équitation, son exercice de prédilection.

» Survint alors une chute de cheval, la cuisse blessée porte violemment sur le sol, d'où le premier réveil; douleur vive, inflammation intense, abcès chaud ouvert au bistouri, issue d'esquilles. La guérison ne demande pas moins de deux mois.

» En juillet 1885, second réveil, à la suite d'une course très prolongée sur un cheval difficile et à réactions dures; la cuisse blessée fut longuement et fortement froissée. M. N..., harassé, se couche en rentrant, le lendemain, quoique fort mal à l'aise, il fait une longue course en voiture; puis, accablé de chaleur et malgré les recommandations de son médecin qui l'accompagnait, boit deux ou trois verres de bière très froide. Le soir même, fièvre, frissons, toux fatiguante répondant dans la blessure, souffrances croissantes, inflammation vive, gonflement diffus, formation d'un abcès ouvert à la partie antérieure de la cuisse, un peu au-dessus de la saillie du cal, issue d'un pus extrêmement fétide, sans extraction ni élimination de séquestre. Draînage, désinfection. La durée de la crise dépasse deux mois.

» Retour tous les deux ans à Barèges, toujours avec avantage. Santé excellente et très bon usage du membre à la fin de 1892. L'hiver dernier, un peu de surmenage et l'exposition prolongée un jour de chasse à un vent froid et vif n'ont pour conséquences qu'un lumbago et une névralgie faciale dont font justice le salicylate de soude et l'antipyrine. Au changement de temps, petites crises et douleurs à la cuisse durant à peine quelques heures.

» Le 22 avril dernier, par un très beau temps, M. N..., en fort bon état, se rend pour affaire dans une localité où régnait la grippe, y séjourne très peu de temps et ne s'y fatigue nullement; néanmoins, il est pris dès le soir de malaise qui augmente le lendemain et enfin d'une attaque intense de grippe qui revêt au début la forme thoracique puis bientôt la forme gastrique avec nausées, soif inextinguible, anorexie absolue, congestion hépatique, ictère léger mais bien caractérisé, urines à dépôt rosacique très abondant avec la matière colorante de la bile.

» Quarante-huit heures à peine après le début des accidents, la toux, cette fois encore, retentit douloureusement dans le foyer de la fracture, l'inflammation violente réapparaît avec élévation de la température qui, au sixième jour, atteint 39° le soir.

» C'est alors que je vois le malade pour la première fois, avec M. le Dr Lecler, de Rouillac, de qui je tiens tous les détails qui précèdent et qui soigne M. N... depuis plus de douze ans. Nous diagnostiquons sans peine la formation d'un abcès, dont nous ne pouvons toutefois pas déterminer le siège exact en raison de sa profondeur.

» Seulement le 3 mai, guidés par la douleur, un certain empâtement et un peu d'œdème circonscrit, nous allons chercher, à 5cm de profondeur, à la partie postéro-externe de la cuisse, derrière le cal de la fracture, un abcès renfermant un verre d'un pus infect [1].

» Soupçonnant l'existence d'une esquille, j'explore très attentivement le foyer avec l'index de la main gauche et reconnais, en effet, un fragment osseux, évidemment détaché depuis 1870 et atteignant à peine les dimensions de la moitié de l'ongle du doigt auriculaire.

---

[1] Voir, pour la pathogénie des *Abcès fétides* des membres, Nepveu, *Premier Congrès français de Chirurgie*, p. 96; 1885.

» Drainage, désinfection, pansement à l'iodoforme; amélioration prompte mais longueur du travail de réparation, due à la grippe, qui suit son cours; le 14 mars, toutefois, M. N... était en pleine convalescence. La guérison prochaine n'est pas douteuse, surtout si le foyer ne renferme plus de corps étranger.

» Je crois inutile de commenter un fait si démonstratif, mais j'ajouterai quelques mots pour résumer cette Note.

» A l'aide d'études poursuivies sans relâche depuis nombre d'années, je crois avoir établi que le traumatisme, considéré comme état général distinct, a le pouvoir d'exercer hors de son foyer initial, sur l'organisme entier et en particulier sur les sujets antérieurement malades, diverses actions extrinsèques dont j'ai donné la longue liste [1].

» A l'aide de faits également nombreux plus ou moins comparables à celui qui précède, j'affirme que les maladies infectieuses peuvent agir exactement comme le traumatisme, c'est-à-dire éveiller, réveiller, modifier généralement en mal, quelquefois en bien, les propathies locales et générales.

» D'où cette conclusion un peu inattendue, sans doute, que le traumatisme et les maladies infectieuses qui semblent si distants dans le cadre nosologique, exercent cependant sur certains sujets, diversement tarés, une action pathogène fort analogue.

» Une justification plus explicite de ce rapprochement ne serait certainement pas inopportune; je compte la présenter quelque jour. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Résultats obtenus sur des mélanges de beurres et de matières grasses diverses, par l'emploi de la nouvelle méthode destinée à reconnaître la falsification des beurres;* par M. **Auguste Houzeau.**

« Malgré l'état encore incomplet de la méthode dont j'ai exposé les principales données à l'Académie, dans une de ses dernières séances, je n'ai pu me soustraire à l'obligation d'examiner, mais à titre de simple essai, une série d'échantillons de beurres plus ou moins mélangés de substances grasses étrangères, que m'a remis la Société centrale d'Agriculture de la Seine-Inférieure, qui depuis longtemps se préoccupe des moyens de sauvegarder les intérêts de l'industrie beurrière de notre région.

---

(1) Verneuil, *Du traumatisme considéré comme agent morbifique* (*Revue de Chirurgie,* 1881, p. 3). *Aggravation des propathies par le traumatisme* (*Société de Chirurgie,* 1883, p. 150).

» Voici quelles ont été les données expérimentales de mon examen et les déductions qui en ont été tirées :

I. Première épreuve. — *Prise du degré de trouble sur les échantillons filtrés et anhydres.*

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Degré de trouble initial de l'échantillon anhydre..	71°	Non dissous entièrement. Donc falsifié.	Non dissous entièrement. Donc falsifié.	70°	69°,0	Non dissous entièrement. Donc falsifié.	71°,1	Non dissous entièrement. Donc falsifié.

» Ainsi, dès la première épreuve, qui dure à peine vingt minutes, les échantillons 2, 3, 6 et 8 sont considérés comme sûrement falsifiés.

» Les échantillons 1, 4, 5, 7, ayant des degrés de trouble normaux, c'est-à-dire compris entre 59° et 72°, observés jusqu'à présent sur des beurres authentiques, peuvent être purs, comme ils peuvent être aussi falsifiés.

» On les soumet à l'*unification*.

II. Deuxième épreuve. — *Prise du degré de trouble sur les beurres unifiés.*

	1.	4.	5.	7.
Degré de trouble du beurre de la première unification...	64°,5	63°,3	61°,2	65°,0
Degré de trouble du beurre de la deuxième unification...	42°,1	40°,9	40°,5	42°,0

» Le degré de trouble des beurres de la première unification est normal, puisqu'il n'est pas inférieur à 60°, et qu'on a vu (n° V de ma première Communication) que les beurres purs à haut degré de trouble initial (67° à 72°) devaient subir deux unifications. Mais les degrés de trouble des beurres de la deuxième unification sont caractéristiques.

» Les échantillons 1 et 7 sont des beurres purs, puisqu'ils ont le degré de trouble normal (42°) des beurres purs unifiés (deuxième unification), ce que confirme le dosage des acides volatils.

» Mais les échantillons 4 et 5 sont des beurres falsifiés, et comme leur degré de trouble est inférieur à 42°, nous en concluons qu'ils sont falsifiés avec une matière grasse plus soluble que le beurre, c'est-à-dire avec de la végétaline.

» D'autre part, nous savons (n° VII de ma première Communication) que 1° de trouble en moins correspond à environ 8 pour 100 de végétaline [1];

---

(1) Ce facteur, comme celui de la margarine, n'est encore que provisoire. Probablement il doit varier selon le degré de trouble des beurres.

d'où nous en inférons que l'échantillon 4 est un beurre additionné de 9 pour 100 [1] de végétaline et l'échantillon 5 de 12 pour 100 de la même matière étrangère.

» III. Bien que les échantillons 2, 3, 6, 8 fussent déclarés de suite comme falsifiés, dès la première épreuve, il pouvait être utile de reconnaître avec quelle matière étrangère et dans quelle proportion.

» Ils furent unifiés. Voici les résultats trouvés :

2ᵉ unification.	2.	3.	6.	8.
Degré de trouble du beurre........	44°,0	45°,6	40°,0	»

» Il suit de là que les échantillons 2 et 3, qui ont des degrés de trouble plus élevés que 42°, sont des beurres falsifiés avec une matière grasse étrangère, moins soluble que le beurre, probablement de la margarine, et dans la proportion de 12 pour 100 de margarine pour le n° 2 et de 23 pour 100 pour le n° 3.

» L'échantillon n° 6 nous présente un exemple fort intéressant; son degré de trouble après l'unification est de 40°, c'est-à-dire inférieur à 42°. C'est la preuve qu'il renferme une matière grasse étrangère plus soluble que le beurre, probablement de la végétaline. Mais comme, d'autre part, il n'a pu se dissoudre entièrement dans l'alcool, lors de la première épreuve, c'est l'indice qu'il renferme aussi de la margarine, dans une assez forte proportion, qui contrebalance bien au delà l'abaissement du degré de trouble produit par la végétaline. D'où cette conclusion forcée, que l'échantillon n° 6 est un beurre falsifié par un mélange de deux matières grasses (végétaline et margarine), dans lequel la moins soluble (margarine) l'emporte en proportions sur la plus soluble (végétaline). La proportion de ce mélange est d'environ 12 pour 100. . . . .

» Quant à l'échantillon n° 8, qui, par sa belle couleur, ressemblait à s'y méprendre aux beurres recherchés dans notre région, il n'a pas été nécessaire de le soumettre à l'unification. La prise *scindée* [2] du trouble nous a suffi pour constater qu'il n'était que de la margarine habilement colorée. Cette prise *scindée* nous a donné un degré de trouble de 69°, indiquant ainsi le peu de solubilité de la matière, alors que les beurres les moins solubles ne fournissent guère que 57°.

---

[1] Par suite d'une erreur de calcul j'avais tout d'abord indiqué 15.

[2] J'appelle ainsi la prise du degré de trouble faite avec un poids moitié moindre de beurre, en conservant toujours le même volume d'alcool.

» D'autre part, M. Marais m'a remis deux échantillons de beurre A et B dont il connaissait la composition. Voici les résultats trouvés par M. Sprécher :

Degré de trouble des beurres unifiés.	A.	B.
2e unification......................	43°,5	43°,0

d'où l'on a conclu que ces beurres étaient falsifiés avec de la margarine, dans la proportion de 9 pour 100 pour A et de 6 pour 100 pour B (¹).

» Résumé :

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	A.	B.
...tion des ...s trou... ...r la mé...	Pur	Falsifié avec env. 12 % de margarine	Falsifié avec env. 22 % de margarine	Falsifié avec env. 9 % de végétaline	Falsifié avec env. 12 % de végétaline	Falsifié avec env. 12 % d'un mélange de margarine et de végétaline dans lequel la margarine domine	Pur	Margarine colorée.	Falsifié avec env. 9 % de margarine	Falsifié avec env. 6 % de margarine
...tion des ...s remis ... Société ...e d'A... ...ure et Marais.	Pur	Mis 10 % de margarine	Mis 20 % de margarine	Mis 8 % de végétaline	Mis 16 % de végétaline	Mis 16 % d'un mélange de 2 parties de végétaline et de 6 parties de margarine	Pur	Margarine pure.	Mis 7 % de margarine	Mis 5 % de margarine

» On voit, par ce qui précède, que la nouvelle méthode est à la fois qualitative et quantitative.

» Sans attacher plus d'importance qu'il ne faut aux chiffres trouvés, cette méthode, qui n'est pas encore au point, n'a pas moins reconnu nettement et sans erreur : 1° les beurres purs; 2° les beurres simplement margarinés à 5 pour 100; 3° les beurres additionnés seulement de végétaline; 4° les beurres additionnés tout à la fois de margarine et de végétaline.

» En serait-il ainsi pour tous les beurres? L'expérience seule peut le prouver.

» Mes recherches continuent également sur les beurres frais, les beurres rances et les beurres salés (²). »

(¹) Les résultats ont été si nets dans tous ces essais que je n'ai pas cru devoir recourir au contrôle par le dosage des acides volatils, excepté pour les nos 1 et 7, et uniquement comme surcroît de vérification.

(²) J'ai déjà pu réduire considérablement le temps de l'*unification*.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats à la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de M. *de Candolle*.

Cette Commission doit comprendre trois Membres choisis dans les Sections de Sciences mathématiques, et trois Membres choisis dans les Sections de Sciences physiques. Le Président de l'Académie en fait partie de droit.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Pour les Sections de Sciences mathématiques : MM. **Bertrand**, **Fizeau**, **d'Abbadie**.

Pour les Sections de Sciences physiques : MM. **Berthelot**, **Daubrée**, **Blanchard**.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1893.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Pourat. — MM. Bouchard, Brown-Séquard, Charcot, Guyon, Chauveau réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Verneuil et Ranvier.

Prix Martin-Damourette. — MM. Bouchard, Charcot, Brown-Séquard, Guyon, Marey réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chauveau et Verneuil.

Prix Gay. — MM. Faye, Mascart, Bouquet de la Grye, Grandidier, Cornu réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Tisserand et Janssen.

Prix généraux (Médaille Arago). — MM. Bertrand, Hermite, Berthelot, Fizeau, Faye réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur et Daubrée.

Prix Montyon (Arts insalubres). — MM. Gautier, Troost, Schützenberger, Schlœsing, Bouchard réunissent la majorité des suffrages. Les

Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Larrey et Brouardel.

Prix Trémont. — MM. Bertrand, Lévy, Fizeau, Sarrau, Berthelot réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Deprez et Faye.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Lœwy** présente un Mémoire qui lui est adressé par M. *Akin Karoly*, membre de l'Académie de Buda-Pesth.

Le Mémoire de M. Akin est renvoyé à une Commission composée de MM. Lœwy, Poincaré, Appell, Callandreau.

M. **Émile Largeaud** adresse, de Santiago, un Mémoire « sur le vol du condor et la locomotion aérienne individuelle ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **Robert Zeiller** adresse la description d'un aérostat dirigeable « le Condor ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Sur les termes du second ordre provenant de la combinaison de l'aberration et de la réfraction.* Note de M. **Folie**.

« J'ai établi, dans une Note précédente (p. 359), que, dans le calcul de l'aberration, c'est de la déclinaison *apparente* et non de la déclinaison *vraie* de l'étoile que l'on doit faire usage, et j'ai confirmé l'exactitude de cette correction aux formules de réduction usitées, par la comparaison des Æ de la polaire observées et calculées à Paris selon ces formules.

» On a nié l'exactitude de cette correction.

» En réfléchissant aux arguments qui m'ont été opposés, j'ai été amené à conclure que ce n'est pas seulement dans le calcul de l'aberration, mais

dans celui même de la précession et de la nutation, qu'on doit faire usage de la déclinaison *apparente*, c'est-à-dire, pour les observations méridiennes, de la déclinaison vraie augmentée de la *réfraction*.

» Ce n'est pas la position de l'étoile, en effet, que l'on observe, mais bien celle de son *image* ou celle de l'axe optique de la lunette. Cette position a pour déclinaison, non la déclinaison vraie de l'étoile, mais sa déclinaison apparente.

» Qu'on se figure une atmosphère assez réfringente pour qu'une étoile située à plusieurs degrés au-dessous de l'horizon paraisse à plusieurs degrés au-dessus.

» Si l'on introduisait la déclinaison vraie dans le calcul de la position observée, c'est évidemment la position d'un point invisible que l'on obtiendrait, et non celle de l'image visible. En convertissant l'Æ et la déclinaison ainsi calculées en hauteur et en azimut, on obtiendrait du reste, tout naturellement, une hauteur négative.

» Les observations réduites de Paris ne nous ont pas fourni les éléments nécessaires à la vérification de cette nouvelle correction. Il fallait trouver deux séries d'Æ et la polaire, à neuf ans de distance, aux époques où l'influence du nœud est maxima.

» La correction cherchée, si l'on se borne aux termes du nœud, comme on peut généralement le faire, est, en effet, pour la polaire

$$\Delta^2 \alpha = -\frac{1}{15} r \sin 1'' \operatorname{séc}^2 \delta . 8{,}98 \cos(\Omega - 15^\circ 40'),$$

expression qui est un maximum en 1875 et en 1884.

» En la calculant pour Washington, où la réfraction moyenne r est égale à 72″ pour la polaire, on trouve :

En 1875....................	$\Delta^2 \alpha = -0^s,37$
En 1884....................	$+0^s,40$

» Or les 62 observations faites et réduites à Washington en 1875 ont donné

$$\text{Calcul} - \text{observation} = -0{,}36,$$

et les 58 observations faites en 1884 :

$$\text{Calcul} - \text{observation} = +0{,}415.$$

» Cette concordance entre l'observation et le calcul ne laisse subsister

aucun doute sur l'exactitude de celui-ci, et vient corroborer celui que nous avons confirmé récemment par les observations de Paris.

» Voici le Tableau des résidus *Calcul — observation* déduits des *Annales de l'observatoire de Washington* :

	1875.	C — O.
	11 janv....	+ 1,88
	14.........	— 0,39
	15.........	+ 1,12
	18 févr....	+ 1,12
	22.........	— 0,86
p. i.	22.........	— 0,97
	26.........	+ 2,76
	8 mars...	— 0,91
	10.........	+ 2,12
	11.........	+ 0,84
	12.........	— 0,99
	16.........	— 0,45
	17.........	— 0,01
	23.........	+ 0,04
	25.........	+ 0,72
	27.........	— 1,19
	5 avril....	— 0,93
p. i.	5.........	— 1,30
	7.........	— 1,55
p. i.	7.........	— 1,61
p. i.	8.........	+ 0,14
	13.........	+ 0,72
p. i.	20.........	— 0,49
	20.........	+ 0,17
p. i.	21.........	+ 0,10
p. i.	22.........	— 0,25
	28.........	— 2,02
	29.........	+ 1,10
p. i.	30.........	+ 1,02
p. i.	4 mai....	+ 0,52
	6.........	— 1,36
p. i.	7.........	— 1,50
p. i.	10 mai.....	— 1,08
	10.........	— 3,34
p. i.	11.........	— 3,64
p. i.	12.........	— 0,14
	12.........	— 1,02
p. i.	13.........	— 1,23
	14.........	+ 0,54
	16.........	— 1,88
p. i.	17.........	— 2,45
	18.........	— 1,84
p. i.	19.........	— 1,88
	21.........	— 2,30
	25.........	— 1,10
	26.........	— 3,04
	27.........	— 3,02
p. i.	28.........	+ 0,01
	28.........	+ 1,38
	30.........	+ 0,63
p. i.	31.........	+ 1,09
	31.........	+ 1,12
p. i.	1er juin...	— 0,15
p. i.	4.........	+ 0,01
p. i.	11.........	— 0,20
p. i.	13.........	— 0,16
p. i.	16.........	+ 0,14
	23.........	+ 0,65
	25.........	+ 1,34
p. i.	26.........	+ 0,30
	27.........	+ 1,09
p. i.	29.........	+ 0,38
	Moy. (62 obs.).	— 0,36

1884.	C — O.
1er févr...	+ 0,36
3.........	+ 0,36
15.........	+ 2,13
21.........	+ 1,20
22 mars...	— 1,09
27 mars....	+ 0,36
29.........	+ 0,35
30.........	+ 0,38
31.........	+ 2,94
4 avril....	+ 3,01

1875.	C — O.	1875.	C — O.
5 avril....	+ 0,37	*p. i.* 16 mai.....	+ 0,37
p. i. 5.........	+ 0,38	16.........	— 0,29
7.........	+ 0,35	17.........	— 0,33
15.........	+ 0,12	*p. i.* 20.........	+ 0,34
17.........	+ 1,47	20.........	+ 0,78
18.........	+ 0,34	*p. i.* 21.........	+ 0,82
25.........	— 1,68	*p. i.* 28.........	+ 0,36
26.........	— 1,27	28.........	— 1,79
27.........	+ 2,91	*p. i.* 29.........	— 1,82
p. i. 28.........	+ 3,02	*p. i.* 31.........	+ 0,35
28.........	+ 0,36	*p. i.* 2 juin....	+ 0,34
29.........	+ 0,34	*p. i.* 3.........	+ 0,44
30.........	+ 0,72	*p. i.* 4.........	+ 0,39
p. i. 1er mai...	+ 0,73	*p. i.* 9.........	+ 0,44
1er.......	+ 0,38	16.........	+ 0,12
2.........	+ 0,37	*p. i.* 17.........	— 0,47
11.........	— 0,01	17.........	— 0,16
p. i. 12.........	— 0,65	18.........	+ 0,36
14.........	+ 0,75		
p. i. 15.........	+ 0,66	Moy. (48 obs.).	+ 0,415

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'observation de l'éclipse totale de Soleil du 16 avril, faite à Foundiougue (Sénégal).* Note préliminaire de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Tisserand.

« Ayant été envoyé par le Bureau des Longitudes observer au Sénégal l'éclipse totale de Soleil du 16 avril, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, dans une Note succincte, les principaux résultats obtenus.

» La mission s'est établie au même point que la mission anglaise, à Foundiougue, sur la rivière de Saloun, à 35km de la côte. L'air y est sec et le ciel ordinairement beau.

» L'installation, commencée le 19 mars, n'a pu être terminée le jour de l'éclipse qu'au prix de grandes fatigues, en raison de la chaleur excessive. L'observatoire comprenait la série ordinaire des appareils qui permettent de photographier la couronne et d'étudier son spectre. De plus, j'avais organisé avec un soin particulier les deux expériences suivantes : reconnaître la lumière de la couronne dans la région ultra-violette la plus réfrangible non encore explorée; d'autre part, mesurer la vitesse de rota-

tion [1] de la couronne par la méthode du déplacement des raies de M. Fizeau. Pour chacune de ces deux expériences, deux spectroscopes de dispersion différente avaient été préparés.

» Le jour de l'éclipse, le ciel n'a pas été beau [2], il était couvert de faibles nuages blanchâtres, et la couronne a été vue comme à travers une gaze légère qui diminuait son intensité tout en augmentant l'éclat général du ciel. Les observations ont souffert de cet état peu favorable, mais les résultats sont encore satisfaisants.

» On a obtenu vingt-deux photographies de la couronne avec des objectifs, des plaques photographiques et des temps de pose différents. Quelques épreuves montrent des jets lumineux qui ont une longueur égale à deux fois le diamètre du Soleil. La forme générale de la couronne est la forme particulière aux époques de maximum des taches.

» Les deux expériences spectrales ci-dessus mentionnées ont donné les résultats suivants : Pour chacune, le spectroscope de grande dispersion, exigeant beaucoup de lumière, a reçu une impression insuffisante ou nulle. Le spectroscope de dispersion moindre a fourni une bonne épreuve.

» Dans la région ultra-violette, le spectre de la couronne a pu être photographié jusqu'à la limite du spectre solaire ordinaire, et quinze raies nouvelles au moins de la couronne et de la chromosphère ont été découvertes.

» Dans l'expérience de la rotation de la couronne, l'épreuve obtenue montre juxtaposés les spectres de deux points opposés de la couronne, situés dans le plan équatorial de l'astre, à une distance du disque égale aux deux tiers de son diamètre. Or les spectres ont un léger déplacement, qui, mesuré sur les lieux avec un petit micromètre, correspond à une différence de vitesse de 5^{km}, à $7^{km},5$. La conclusion à tirer de cette expérience est que la couronne suit à peu près le disque dans son mouvement.

---

[1] Les météores très nombreux et très rapides qui traversent la couronne peuvent faire supposer qu'elle a une rotation autre que la rotation du disque, déjà elle-même anormale.

[2] Au dire des gens du pays, c'était un ciel de la période d'hivernage qui ne commence habituellement qu'au mois de juin; d'ailleurs, le 24 avril un tornado s'est abattu sur Foundiougue, fait exceptionnel. Au Sénégal comme en France, l'état météorologique était en avance de un à deux mois.

» Les deux expériences précédentes sont nouvelles et n'avaient point été abordées aux éclipses précédentes.

» D'autre part, toutes les épreuves spectrales obtenues, et, en particulier, l'épreuve de la rotation de la couronne faite avec une dispersion déjà grande, notablement supérieure à la dispersion habituellement employée dans les éclipses, ne montrent aucune raie noire du spectre solaire ordinaire. La lumière de la couronne était formée simplement de raies brillantes et d'un spectre continu intense.

» Les observations ont été faites avec le concours de deux jeunes assistants : MM. Millochau et Mittau, avec le concours de M. Coculesco, astronome roumain, détaché à la mission, qui s'est chargé d'observer les contacts et d'indiquer le commencement de la totalité. »

ASTRONOMIE. — *L'éclipse de Soleil du* 16 *avril* 1893, *à l'observatoire du Vatican*. Note du P. **F. Denza**, présentée par M. Tisserand.

« L'éclipse du 16 avril dernier, partiellement visible à Rome, fut observée au Vatican dans de bonnes conditions atmosphériques. Différents observateurs marquèrent les instants des deux contacts et celui de la phase principale.

» On prit dix photographies du phénomène pendant la durée de l'éclipse; mais elles ne furent point faites à l'observatoire même, où l'on attend sous peu le grand équatorial pour les observations solaires, en tout semblable à celui de l'observatoire que dirige à Meudon l'illustre M. Janssen.

» Ces photographies furent prises chez l'Assistant pour la photographie, M. l'Ing^{r} Frédéric Mannucci, avec la lunette employée provisoirement pour les observations solaires.

» A cet effet, on a adopté pour le moment un petit télescope de Lerebours et Secrétan d'une ouverture de $0^{m},115$, auquel on a appliqué une chambre photographique.

» L'obturateur à fente, construit sur le modèle de celui inventé par M. Janssen, peut donner la rapidité de $\frac{1}{1600}$ de seconde.

» On s'est servi de plaques pour positifs, préparées par la maison Thomas de Londres. La finesse de la couche sensible permet, quand l'air est pur, d'obtenir des agrandissements de 20 à 24 diamètres, laissant voir en partie la granulation de la surface du Soleil.

» Pendant la pose des quatre premières photographies, l'air était très agité; pour les quatre autres il fut assez calme; mais, pour les deux dernières, l'air se couvrit d'un brouillard épais, ainsi que le montrent les clichés. Pour ces deux dernières photographies, on employa des plaques *Lumière,* vu que les plaques *Thomas* n'auraient point donné une image distincte, bien que l'on ait diminué la rapidité de l'obturateur, et augmenté la largeur de la fente.

» Nous présentons à l'Académie les dix photographies, exécutées aux instants suivants :

Photographie	I	$4^{h}.19^{m}.8^{s}$
»	II	4.19.44
»	III	4.22.35
»	IV	4.36.34
»	V	4.50. 8
»	VI	5. 2.13
»	VII	5. 3.34
»	VIII	5.25.29
»	IX	5.39.48
»	X	5.40.29

» Afin d'avoir le temps exact, pendant les deux jours qui précédèrent l'éclipse, on eut soin de surveiller téléphoniquement la marche du chronomètre, qui fut trouvée conforme à celle des chronomètres de l'observatoire jusqu'à une demi-heure avant l'éclipse. Les temps ont été aussi corrigés pour la différence de longitude entre l'observatoire et le lieu de l'observation.

» Les deux premières photographies ne montrent encore aucune trace du disque lunaire, parce qu'elles furent prises un peu avant le commencement de l'éclipse, afin de prévenir le cas où elle aurait commencé avant l'heure indiquée, qui, en effet, ainsi qu'il résulte de la moyenne des deux groupes d'observations *directes*, fut exactement à $4^{h}20^{m}49^{s},0$.

» La photographie III, prise à un intervalle un peu long à cause de l'échange des clichés, montre déjà l'ombre du disque lunaire. Les deux suivantes (IV et V) ont été prises pour suivre la marche du phénomène et les deux autres (VI et VII) pour observer d'une manière spéciale le maximum de la phase.

» Le diamètre du disque solaire sur les clichés est de $0^{m},064$. De la photographie VI, il résulte que la partie éclipsée du disque solaire est de 245 millièmes, tandis que, dans la VII, elle est de 247 millièmes; ce qui

approche sensiblement du maximum trouvé par l'observation directe, qui a été de 0,25.

» Dans la photographie VIII on remarque l'éclipse en décroissance, et, dans les deux dernières, on en voit la fin, qui, d'après les observations directes de trois groupes d'observateurs, a été à $5^h 40^m 28^s 9'''$, coïncidant exactement, à $1'''$ près, avec l'instant de la dernière photographie où l'on remarque l'extrême bord du Soleil très légèrement entamé. On peut donc affirmer que cette dernière photographie fut prise un instant avant le dernier contact.

» On remarquait sur le Soleil six groupes de taches et quelques petits points isolés. Le groupe le plus voisin du centre du Soleil était formé d'un gros noyau avec une belle pénombre, et l'autre vers le bord ouest présentait deux petits noyaux au milieu de nombreuses facules. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de systèmes d'équations différentielles ordinaires.* Note de M. **Vessiot**, présentée par M. Picard.

« I. Dans une Note récente, M. Guldberg a donné quelques résultats sur les systèmes d'équations différentielles ordinaires qui possèdent des systèmes fondamentaux d'intégrales. M. Guldberg part de cette remarque que l'intégrale générale d'un tel système est définie par les équations d'un groupe :

$$(1) \qquad x_i = f_i(c_1, \ldots, c_n; a_1, \ldots, a_r), \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

où les variables c sont remplacées par les constantes d'intégration, et les paramètres a par des fonctions de la variable indépendante t. Cette même remarque, généralisation immédiate de celle qui m'avait servi dans le cas d'une équation, conduit à la forme générale des systèmes d'équations à systèmes fondamentaux. Les équations fondamentales de la théorie des groupes donnent, en effet,

$$\frac{\partial x_i}{\partial a_k} = \sum_{j=1}^{r} \psi_{jk}(a_1, \ldots, a_r) \xi_{ji}(x_1, \ldots, x_n),$$

d'où, en posant

$$(2) \qquad \sum_{k=1}^{r} \psi_{jk}(a_1, \ldots, a_r) \frac{da_k}{dt} = \theta_j(t),$$

on conclut pour les équations du système considéré

$$\frac{dx_i}{dt} = \sum_{j=1}^{r} \theta_j(t)\, \xi_{ji}(x_1, \ldots, x_n), \tag{3}$$

les r transformations infinitésimales

$$X_j f = \sum_{i=1}^{n} \xi_{ji}(x_1, \ldots, x_n) \frac{\partial f}{\partial x_i} \qquad (j = 1, 2, \ldots, x),$$

définissant un groupe G à r paramètres. De plus, dans le cas présent, G est p fois transitif.

» II. Abandonnant cette dernière condition, nous avons, dans les systèmes de la forme (3) une classe très étendue de systèmes d'équations différentielles, comprenant naturellement l'équation de Riccati et les systèmes d'équations linéaires. On peut dire de quelle manière les constantes arbitraires figurent dans l'intégrale générale d'un tel système. Supposons, en effet, que les équations (1) sont les équations du groupe G, et employons la méthode de la variation des constantes, en remplaçant les variables c par des constantes arbitraires, et en cherchant à déterminer les paramètres a en fonction de t. En reprenant les calculs précédents, on voit qu'il suffira d'avoir une solution particulière des équations (2) et de la porter dans les équations (1) pour avoir l'intégrale générale du système (3).

» Dans le cas particulier où G est p fois transitif, on peut montrer de plus que les a s'expriment en fonction des np intégrales de p solutions particulières quelconques, c'est-à-dire que le système (3) a effectivement des systèmes fondamentaux d'intégrales. La recherche des systèmes d'équations à systèmes fondamentaux est donc identique à la détermination d'une classe de groupes de transformations.

» III. Revenons au cas général où le groupe G est quelconque. Le système (3) est équivalent à l'équation unique

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \sum_{j=1}^{r} \theta_j(t)\, X_j f = 0. \tag{4}$$

» Les équations de cette forme ont été étudiées par M. Sophus Lie, et c'est à l'intégration de telles équations que l'illustre savant ramène l'intégration des systèmes complets qui admettent des groupes de transformations connus. A leur égard, je ferai seulement, dans cette Note, la remarque

suivante : si l'on connaît les équations (1) du groupe G, l'intégration du système (3) se ramène à celle du système (2), qui s'écrit

$$(5) \qquad \frac{da_k}{dt} = \sum_{j=1}^{r} \alpha_{jk}(a_1, \ldots, a_r)\theta_j(t),$$

et est équivalent à l'équation

$$(6) \qquad \frac{\partial f}{\partial t} + \sum_{j=1}^{r} \theta_j(t) A_j f = 0,$$

où $A_1 f, \ldots, A_r f$ sont les transformations infinitésimales du groupe des paramètres de G. Cela résulte de ce qui précède. On est donc ramené à des équations de même forme. Mais il arrivera souvent que l'on pourra s'arranger de manière que les équations (5) soient linéaires. Et, d'autre part, l'équation (6) admettant évidemment le second groupe des paramètres, qui est réciproque du premier, on pourra lui appliquer la méthode de M. Lie, et on sera ramené en définitive au seul cas où le groupe G est simple. On voit enfin par là comment le problème de l'intégration des équations telles que (4) est lié à la structure du groupe G (¹). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la généralisation des fonctions analytiques.* Note de M. G. **Scheffers**, présentée par M. Picard.

« Dans deux Notes (*Comptes rendus,* t. CXII, p. 1399-1403, 1891 et t. CXIV, p. 805-807, 1892), M. Picard généralise les équations aux dérivées partielles fondamentales dans la théorie des fonctions analytiques $u + iv$ d'une variable $x + iy$. Il résout le problème qui consiste à établir un système quelconque d'équations aux dérivées partielles jouissant des mêmes propriétés caractéristiques, et arrive à la détermination d'une classe très étendue de groupes infinis de transformations, suivant la terminologie de M. Lie. J'ai essayé de trouver une généralisation des fondements de la théorie des fonctions, en partant d'un système de nombres complexes. On arrive ainsi à une classe de groupes infinis. Du reste, ces groupes sont contenus parmi ceux trouvés par M. Picard.

(¹) Les notations employées sont celles de M. Lie (*Th. der Transformations Gruppen*).

» Prenons comme point de départ un système général de nombres complexes, composé par n unités irréductibles $e_1, \ldots, e_n$, de sorte que le nombre général x du système ait la forme $x_1 e_1 + \ldots + x_n e_n$, $x_1, \ldots, x_n$ représentant des nombres complexes ordinaires. Nous ne supposons, quant à la multiplication dans notre système, que la loi distributive

$$(a+b)(c+d) = ac + bc + ad + bd.$$

» Alors chaque produit est défini, dès que les produits des unités sont donnés,

$$e_i e_k = \Sigma_s \gamma_{iks} e_s \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, n),$$

les γ_{iks} désignant des nombres complexes ordinaires. Nous supposerons, en outre, que l'inversion de la multiplication, la division, soit en général possible. Mais nous ne supposerons point du tout la loi commutative et la loi associative de la multiplication.

» Or, si $f_1, \ldots, f_n$ représentent n fonctions continues de $x_1, \ldots, x_n$, nous considérons le nombre du système $f = f_1 e_1 + \ldots + f_n e_n$, qui varie avec $x = x_1 e_1 + \ldots + x_n e_n$. Nous nous posons la question de voir si cette fonction f de x a une dérivée indépendante de $dx_1 \ldots dx_n$. Au surplus, cette dérivée ne doit pas être un nombre particulier du système. Comme la division est à double entente, parce que le système n'est pas nécessairement commutatif, le quotient des deux nombres

$$df = \Sigma_{ik} \frac{\partial f_i}{\partial x_k} dx_k e_i, \qquad dx = \Sigma_i dx_i e_i$$

aura deux valeurs f' et $'f$ qui suffisent aux équations

$$df = f' dx, \qquad df = dx . 'f;$$

il n'y a rien à changer.

» Si nous posons encore $dx = y\, dt$, dt signifiant un nombre infinitésimal, y sera un nombre quelconque, et nous aurons $f'y = y . 'f$. De là résulte que la fraction $\frac{df}{dx}$ peut avoir des valeurs f' et $'f$ indépendantes de $dx_1 \ldots dx_k$, seulement dans le cas où l'on peut adjoindre à chaque nombre u un nombre v, de telle manière que l'on ait, pour chaque nombre y du système,

$$uy = yv.$$

» On peut démontrer que cette condition est aussi suffisante pour

l'existence de telles fonctions f. Nous appelons chaque fonction f, pour laquelle $\frac{df}{dx}$ est indépendant de $dx_1 \ldots dx_n$, *une fonction analytique de* $x_1 e_1 + \ldots + x_n e_n$.

» *Maintenant supposons, en outre, que le système contient le module* ε, c'est-à-dire un nombre $\varepsilon = \varepsilon_1 e_1 + \ldots + \varepsilon_n e_n$, de telle manière que l'on ait toujours

$$x\varepsilon = \varepsilon x = x.$$

Or, si nous posons $y = \varepsilon$, la formule $uy = yv$ donne d'abord $u = v$ et, par conséquent, $uy = yu$. Donc :

» *Le système doit être commutatif*, et l'on a

$$f' = 'f.$$

» Dans un tel système, les conditions pour une fonction analytique f sont celles-ci :

$$(1) \qquad \frac{\partial f_s}{\partial x_k} = \Sigma_{ij} \frac{\partial f_i}{\partial x_j} \varepsilon_j \gamma_{iks} \qquad (s, k = 1, 2, \ldots, n),$$

et les composantes $f'_1, \ldots, f'_n$ de la dérivée f' sont données par les formules

$$(2) \qquad f'_i = \Sigma_j \frac{\partial f_i}{\partial x_j} \varepsilon_j \qquad \text{ou} \qquad \frac{\partial f_s}{\partial x_k} = \Sigma_i f'_i \gamma_{iks}.$$

» Il n'est pas difficile de démontrer que la dérivée est aussi une fonction analytique, c'est-à-dire qu'elle satisfait aux équations analogues à l'équation (1),

$$(1') \qquad \frac{\partial f'_s}{\partial x_k} = \Sigma_{ij} \frac{\partial f'_i}{\partial x_j} \varepsilon_j \gamma_{iks} \qquad (s, k = 1, 2, \ldots, n).$$

» *Mais ce résultat ne peut pas être renversé.* Si nous avons une fonction f', qui remplit les conditions (1'), la fonction f, définie par (2), n'est pas, en général, une fonction analytique. On peut d'abord trouver des conditions pour cela, par l'exemple $f' = x.x$, qui est une fonction analytique. On trouve ainsi les conditions

$$(3) \qquad \Sigma_i \gamma_{\lambda\nu i} \gamma_{iks} = \Sigma_i \gamma_{\nu k i} \gamma_{\lambda i s},$$

qui disent que la multiplication obéit à la *loi associative* $(ab)c = a(bc)$.

» En outre, il est facile de montrer que les conditions (3) sont aussi suffisantes pour que les équations (1) résultent des équations (1'). Ap-

pelons alors la fonction f l'*intégrale de la fonction* f', nous avons le théorème :

» *Dans un système distributif avec un module, il n'existe de fonctions analytiques et d'intégrales analytiques que dans le cas où le système est aussi commutatif et associatif.*

» On ne peut donc généraliser complètement les bases de la théorie des fonctions analytiques que pour les systèmes qui remplissent toutes les trois lois de la multiplication. Mais, dans un tel système, il y a toujours un nombre infini de fonctions analytiques.

» Je me propose de revenir au même problème, en considérant des groupes joints à un système de nombres. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les cas d'intégrabilité du mouvement d'un point dans un plan.* Note de M. **Elliot**, présentée par M. Darboux.

« I. Lorsqu'un mobile est sollicité par des forces résultant d'un potentiel, la condition pour que le problème admette une intégrale du second degré se traduit par une équation aux dérivées partielles du second ordre que doit vérifier la fonction des forces. Cette équation, que M. Bertrand a rencontrée sans en donner l'intégrale ([1]), admet pour intégrale générale les expressions trouvées par Liouville ([2]). Ce résultat s'établit aisément en formant l'expression générale des éléments linéaires susceptibles d'être ramenés à la forme de Liouville, ou, ce qui revient au même, en cherchant les fonctions U pour lesquelles l'équation aux dérivées partielles

$$(1) \qquad p^2 + q^2 = \mathrm{U},$$

peut être ramenée, après un changement convenable de variables, à la forme

$$(2) \qquad p_1^2 + q_1^2 = \Phi(x_1) + \Psi(y_1),$$

où Φ et Ψ désignent deux fonctions arbitraires.

» Soit

$$(3) \qquad x_1 = \mathrm{A}(x, y), \qquad y_1 = \mathrm{B}(x, y)$$

([1]) *Journal de Mathématiques*, 2e série, t. II, p. 113.
([2]) *Ibid.*, 1re série, t. XI.

le changement de variables qui permet de passer de l'équation (2) à l'équation (1). Il faut d'abord que A et B satisfassent aux conditions de la représentation conforme

$$(4)\qquad \frac{\partial A}{\partial x} = \frac{\partial B}{\partial y}, \qquad \frac{\partial A}{\partial y} = -\frac{\partial B}{\partial x},$$

et l'expression générale de la fonction U est

$$(5)\qquad U = \left(\frac{\partial A^2}{\partial x^2} + \frac{\partial A^2}{\partial y^2}\right)[\Phi(A) + \Psi(B)].$$

» On obtiendra une équation aux dérivées partielles dont (5) est l'intégrale générale, en exprimant que l'équation (1) admet une intégrale du second degré que nous prendrons sous la forme $(\alpha p + \beta q)^2 + 2\gamma = \text{const.}$, α, β, γ étant des fonctions de x et y. On trouvera sans difficulté, d'abord que α et β doivent satisfaire aux conditions de la représentation conforme, ensuite que la fonction U doit satisfaire à l'équation

$$(6)\qquad \left\{\begin{aligned} &\alpha\beta\left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial y^2}\right) + (\beta^2 - \alpha^2)\frac{\partial^2 U}{\partial x\,\partial y} \\ &\quad + \frac{3}{2}\frac{\partial(\beta^2 - \alpha^2)}{\partial y}\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{3}{2}\frac{\partial(\beta^2 - \alpha^2)}{\partial x}\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial^2(\beta^2 - \alpha^2)}{\partial x\,\partial y}U = 0. \end{aligned}\right.$$

» Les fonctions A et B qui définissent le changement de variables sont déterminées par les quadratures

$$(7)\qquad \frac{\partial A}{\partial x} = \frac{\alpha}{\alpha^2 + \beta^2}, \qquad \frac{\partial A}{\partial y} = \frac{\beta}{\alpha^2 + \beta^2}, \qquad \frac{\partial B}{\partial x} = \frac{-\beta}{\alpha^2 + \beta^2}, \qquad \frac{\partial B}{\partial y} = \frac{\alpha}{\alpha^2 + \beta^2}.$$

» II. Si l'on veut que ces résultats s'appliquent à un problème de Mécanique, il faut que U soit susceptible d'une constante additive, et, par suite, que $\frac{\partial^2(\beta^2 - \alpha^2)}{\partial x\,\partial y} = 0$. Cette condition et celles de la représentation conformes déterminent α et β par les deux relations

$$(8)\qquad \beta^2 - \alpha^2 = a(y^2 - x^2) + 2b_1 y - 2bx + c, \qquad \alpha\beta = axy + b_1 x + by + c_1,$$

où a, b, b_1, c, c_1 sont des constantes.

» Supposons d'abord $a \neq 0$; on pourra le faire égal à l'unité. Un transport d'axes permet de supposer nulles les constantes b et b_1. Les équations (7) montrent que si l'on pose $f(z) = \alpha + \beta i$, A et B seront la partie réelle et le coefficient de i dans l'intégrale $\int \frac{dz}{f(z)}$, et les relations (8)

donnent $f^2(z) = z^2 + 2c_1 i - c$. Si l'on fait tourner maintenant les axes d'un angle ω, la variable z se reproduit multipliée par $e^{\omega i}$, et l'on ramène l'intégrale à être $\int \frac{dz}{\sqrt{z^2 - h^2}}$, où h est une quantité réelle, en posant

$$c^2 + 4c_1^2 = h^4, \qquad \sin 2\omega = -\frac{2c_1}{h^2}, \qquad \cos 2\omega = \frac{c}{h^2}.$$

» Appelons r et ρ les distances d'un point quelconque du plan aux deux points qui ont actuellement pour coordonnées $(h, 0)$, $(-h, 0)$. Un calcul facile montre que

$$\frac{\partial A^2}{\partial x^2} + \frac{\partial A^2}{\partial y^2} = \frac{1}{\alpha^2 + \beta^2} = \frac{1}{r\rho}.$$

» On sait aussi que A et B sont des fonctions de $r + \rho$ et de $r - \rho$; mais il est inutile de les préciser puisque l'expression (5) les contient sous des fonctions arbitraires. On trouve ainsi comme intégrale générale de l'équation (6), dans le cas qui nous occupe, l'expression de Liouville

$$U = \frac{1}{r\rho}[\Phi(r + \rho) + \Psi(r - \rho)].$$

» Si la constante h est nulle, ce qui revient à supposer, dans les équations (8), $b = b_1 = c = c_1 = 0$, on voit que $\alpha^2 + \beta^2$ se réduit au carré de la distance du mobile à la nouvelle origine. L'intégrale que nous avons introduite devient $\log z$ et l'on a, en désignant par r la distance du mobile à un point fixe, et par θ l'angle du rayon vecteur joignant le mobile au point fixe avec une direction quelconque

$$u = \Phi(r) + \frac{1}{r^2}\Psi(\theta).$$

» Reste le cas où $a = 0$. Un transport d'axes permet de supposer nulles les constantes c et c_1, et l'on a

$$\beta^2 - \alpha^2 = 2b_1 y - 2bx, \qquad \alpha\beta = b_1 x + by.$$

L'expression $\alpha^2 + \beta^2$ est ici égale, à un facteur constant près, à la distance du mobile à la nouvelle origine. A et B s'obtiendront encore en cherchant la partie réelle et le coefficient de i dans l'intégrale $\int \frac{dz}{f(z)}$, où l'on a $f^2(z) = 2(b + ib_1)z$. Une rotation convenable des axes ramène l'intégrale à $\int \frac{dz}{\sqrt{z}}$, en négligeant un facteur constant réel. Les carrés de la partie

réelle et du coefficient de i sont proportionnels à $\sqrt{x^2+y^2}-x$ et $\sqrt{x^2+y^2}+x$. Il en résulte que, relativement aux axes primitifs, si l'on désigne par r la distance du mobile à un point fixe, et par δ la distance du mobile à une droite fixe, l'expression de U sera

$$U=\frac{1}{r}[\Phi(r+\delta)+\Psi(r-\delta)].$$

C'est encore la formule indiquée par Liouville et qu'il a déduite du cas général, comme la précédente, au moyen de considérations géométriques. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la loi générale et les formules de l'écoulement de la vapeur d'eau saturée.* Note de M. **H. Parenty**, présentée par M. Sarrau.

« Une application importante du compteur de vapeur est la détermination des lois encore inconnues de l'écoulement de la vapeur d'eau à travers les orifices.

» J'ai fait suivre le rhéomètre du compteur de plaques munies d'orifices divers, et placées entre deux manomètres. J'ai, en outre, condensé et recueilli la vapeur débitée.

» Soient Π le débit en poids; m le coefficient de contraction de l'orifice de section ω NOYÉ DANS L'EAU; ρ_1 et $R_1=1-\rho_1$ les rapports de la pression p_1 aval, et de la dépression p_0-p_1 à la pression p_0 amont; T_0, ϖ_0 les température et poids spécifiques de la vapeur saturée; c, C et $1-\gamma$ les coefficients spécifiques à volume et à pression constants et leur rapport; a une constante spécifique; enfin V_1, T_1 et ϖ_1 les vitesse, température et densité réelles à la section contractée. J'ai déduit par analogie, de mes études sur les gaz parfaits :

(1) $$\Pi_L=a\omega\sqrt{2mgp_0\varpi_0},$$

(2) $$\Pi_1=2m\omega\sqrt{gap_0\varpi_0R_1\left(1-\frac{m}{2a}R_1\right)},$$

(3) $$\Pi_L=0,007884a\omega\sqrt{2mg\,p_0^{0,9793}},$$

(4) $$\Pi_L=0,006296a\omega\sqrt{2mg(1+1,1335p_0)},$$

(5) $$\Pi_1=\Pi_L\sqrt{\frac{2m}{a}R_1\left(1-\frac{m}{2a}R_1\right)},$$

(6) $$\Pi_1 = m_1 \omega \varpi_0 \rho_1^{1-\gamma} \sqrt{2g\text{ECT}_0(1-\rho^\gamma)},$$

(7) $$\left(1-\frac{a}{m}\right)^\gamma = 2\,\frac{1-\gamma}{2-\gamma},$$

(8) $$(1-a)^\gamma = 2\,\frac{1-\gamma}{2-\gamma},$$

(9) $$\text{V}_1 = \sqrt{2g\text{ECT}_0(1-\rho_1^\gamma)},$$

(10) $$\text{T}_1 = \text{T}_0 \rho_1^\gamma,$$

(11) $$\varpi_1 = \varpi_0 \rho_1^{1-\gamma}.$$

» Pour chaque valeur de p_0, quand p_1 va croissant de 0 à $\left(1-\frac{a}{m}\right)p_0$, le débit se régularise (1), (2), (3) et ne dépend que de p_0, dont il est même fort sensiblement une fonction linéaire (4). Quand p_1 croît ensuite jusqu'à la valeur p_0, le débit descend le contour d'une ellipse (2), (5) qui se confond dans ses derniers éléments avec sa parabole osculatrice. La formule équivalente (6) se démontre avec rigueur dans l'hypothèse d'un adiabatisme absolu et d'une absence complète de condensation. Mais, pour la généralité des orifices, il se forme, en amont de la section contractée pour $m < 1$, ou en aval, pour $m > 1$, un centre de compression et de chaleur. Ce phénomène s'est manifesté dans mes expériences sur les orifices contractés par un réchauffement du rhéomètre placé en amont, assez intense pour provoquer l'évaporation des liquides de mon compteur. J'ai dû en assurer le fonctionnement par un refroidissement énergique des bouteilles alimentaires. Le cône en cuivre de l'orifice très convergent (26°) a, par contre, réchauffé la veine et diminué sensiblement les forts débits. Cette répartition nouvelle de la chaleur sensible, annoncée dans ma Note du 7 décembre 1891, se traduit par une relation élémentaire

(12) $$\text{C}p\,dv + cv\,dp = 0,$$

analogue à l'équation adiabatique de Laplace, mais dans laquelle C et c prennent des valeurs appropriées à la nature de chaque orifice; γ dépend de m par la formule (7), identifiant les abscisses du maximum comun des formules (2) et (6); a lui-même est fourni par la formule (8), dans l'hypothèse adiabatique $m=1$, $m_1 = 0,979$. Des formules (9), (10), (11), je tire cette conséquence bien curieuse, également prévue dans ma Note du 11 juillet 1892, qu'aux fortes vitesses V_1, la vapeur d'une chaudière, à 6^{kg} par exemple, peut atteindre à l'orifice, sans condensation, des températures variant de $+35°$ à $-5°$, suivant le degré de contraction.

» J'ai pu conserver à a la valeur 0,47 et à m les valeurs 0,70 et 1,04 qui m'ont été fournies par l'examen des expériences de Hirn sur les gaz; α et γ varient donc très peu quand on passe d'un gaz à un autre, ce qui peut se constater, et même à la vapeur dont les coefficients C et c sont peu connus.

I. *Orifices en minces parois de* 15^mm^ *de diamètre.* $m = 0,70$, $p_L = 0,37 p_0$.

Indications du compteur de vapeur.										Orifice essayé.		
Éléments du calcul		Manomètre différentiel.			Ordonnée et degrés $0,6232 \times 281,64\sqrt{h\varpi_0}$.		Totalisateur.		Poids d'eau condensée en 900''.	Pressions.		Formules (1) et (2).
p_0.	h.	$0,6232 \times \sqrt{h}$.	$281,64 \times \sqrt{\varpi_0}$.	Débit.	Unités.	$\times 1,8$.	Unités.	$\times 0,72$.		Amont. p_0.	Aval. p_1.	II.
kg 6 + ε	m 0,133	o 73	1,74	kg 127	o 72	kg 130	192	kg 138	kg 140	kg 6	cm —53	kg 141 L
Les indications du compteur sont erronées par la surchauffe du rhéomètre.									142	6	0	141 L
									132	6	3	131
5,5 + ε	0,135	74	1,68	125	71	130	182	131	135	5,5	—53	133 L
5,5 + ε	0,152	78	1,68	131	75	135	187	134	138	5,5	0	133 L
5,5 + ε	0,135	74	1,68	125	72	130	182	131	135	5,5	1	133 L
5,5 + ε	0,128	72	1,68	121	68	123	173	125	125	5,5	2	124
5,5 + ε	0,128	71	1,68	119	68	123	165	120	125	5,5	3	115
5,5 + ε	0,087	59	1,68	90	56	101	141	101	101	5,5	4	95
4 + ε	0,145	76	1,49	113	66	119	170	122	115	4	—53	102 L

II. *Orifice convergent conique à* 26° *de* 15^mm^ *de diamètre.* $m = 1,04$, $p_L = 0,548 p_0$.

6 + ε	0,215	92	1,74	160	91	164	231	167	165	6	—53	171 L
6 + ε	0,215	92	1,74	160	91	164	231	167	160	6	—53	171 L
6 + ε	0,215	92	1,74	160	91	164	231	167	165	6	0	171 L
6 + ε	0,215	92	1,74	160	91	164	231	167	170	6	1	171 L
6 + ε	0,215	92	1,74	160	91	164	231	167	165	6	2	171 L
6 + ε	0,195	88	1,74	153	87	157	212	153	165	6	3	170
6 + ε	0,175	84	1,74	146	83	149	204	148	155	6	4	159
4 + ε	0,207	88	1,46	130	75	130	195	140	130	4	—53	125 L
3 + ε	0,181	84	1,35	113	66	119	165	119	106	3	—53	103 L

» Ces observations confirment l'exactitude du compteur de vapeur, et celle des lois énoncées pour des pressions variant de 3^kg^ à 6^kg^ et des contrepressions variant du vide à 6^kg^. »

PHYSIQUE. — *Sur les dimensions de la température absolue.* Note de M. **H. Abraham**, présentée par M. Mascart.

« La loi quantitative de l'électrolyse, loi de Faraday, peut s'énoncer :

» *Dans toute électrolyse, le nombre des valences rompues est indépendant de l'électrolyte et proportionnel à la quantité d'électricité qui a passé.*

» Si, pour simplifier, nous supposons l'un des ions monovalent, le nombre des valences rompues sera précisément égal au nombre d'atomes de cet ion qui auront été mis en liberté. Il en résulte, qu'en le recueillant à l'état gazeux, son volume, mesuré à une pression et à une température déterminées, sera indépendant de la nature chimique des corps employés, et proportionnel à la quantité d'électricité mise en jeu ([1]).

» Si l'on veut, enfin, que le résultat soit indépendant de la pression p et de la température (absolue) T, il faudra considérer l'expression $\frac{pv}{T}$ au lieu du volume v, en assimilant le gaz étudié à un gaz parfait.

» Mais on ne prendra pas une expression telle que $v\frac{p}{p_0}\frac{1}{1+\alpha t}$, qui représente le volume du gaz sous la pression fixe p_0 et à la température de fusion de la glace; car si, pour obtenir des dimensions définies, nous ne pouvons pas faire intervenir de propriété spécifique d'une matière particulière ([2]), à plus forte raison ne devons-nous pas introduire dans les raisonnements certaines valeurs déterminées de nos grandeurs, comme la pression p_0 ou la température zéro centigrade.

» En définitive, à toute quantité d'électricité Q correspond *expérimentalement* une quantité $\frac{pv}{T}$ qui lui est proportionnelle, indépendamment de toute propriété spécifique des corps en expérience.

» Or je n'exprime pas autre chose en disant que les grandeurs Q et $\frac{pv}{T}$ sont *réductibles entre elles et ont mêmes dimensions.*

([1]) Pour un ion polyvalent le volume doit être multiplié par un certain facteur numérique qui est presque toujours un *nombre entier,* qui n'est pas susceptible de variations *continues,* qui doit donc être envisagé comme un nombre *abstrait;* et l'on n'a pas à en tenir compte dans la détermination des dimensions.

([2]) *Journal de Physique,* p. 516; 1892.

» Ce point acquis, la démonstration s'achève sans peine. De l'équation

$$[Q] = \left[\frac{pv}{T}\right],$$

on déduit

$$[T] = \frac{[pv]}{[Q]},$$

et, comme $[pv]$ est homogène à une énergie, le quotient $\frac{[pv]}{[Q]}$ est homogène à un potentiel électrique. C'est-à-dire que :

» *La température absolue a les dimensions d'un potentiel électrique.* »

PHYSIQUE. — *Sur un nouveau modèle de manomètre.*
Note de M. **Villard.**

« Les manomètres à gaz comprimé présentent, à côté d'avantages incontestables, le défaut d'avoir une sensibilité rapidement décroissante. Pour ne pas leur donner une trop grande longueur, on est conduit à employer une série d'instruments donnant chacun une fraction de l'échelle totale. De 1^{atm} à 100^{atm} il en faut au moins deux, le second indiquant seulement les pressions supérieures à 20^{atm} par exemple.

» J'ai cherché à éviter cet inconvénient et à réaliser un appareil à la fois simple et suffisamment sensible sur une échelle étendue, destiné à être employé soit directement, soit comme étalon de comparaison, en vue d'étudier la dissociation de divers hydrates de gaz.

» Un tube en U vertical, en cristal épais, de 1^{m} de hauteur, est fixé sur une planchette. L'une des branches est un tube droit dont la partie supérieure ouverte et renflée se mastique dans une douille en bronze que peut fermer un bouchon fileté portant le tube de communication.

» La seconde branche, fermée, se compose d'un tube plus fin, dont la partie inférieure présente un ou plusieurs renflements épais, de telle sorte que les deux branches aient sensiblement même volume.

» J'ai effectué le remplissage avec de l'azote pur en faisant plusieurs fois le vide sec dans le tube et laissant rentrer chaque fois le gaz au moyen d'un robinet à trois voies adapté provisoirement à la douille. Versant ensuite un excès de mercure dans celle-ci, le métal remplissait rapidement la branche correspondante en comprimant l'azote : la hauteur du tube dépassant $0^{m},76$, il est évident que le volume du gaz sera réduit de plus de

moitié, et le mercure remontera dans la branche fermée jusqu'à la naissance du réservoir. L'excès de mercure est enlevé avec une pipette de manière à rendre le niveau visible au-dessous de la douille. Pendant cette opération le mastic qui tapisse le bronze intérieurement empêche toute amalgamation. Le bouchon fileté est ensuite adapté avec interposition de glu marine rendant la fermeture hermétique sans aucun serrage, toujours délicat sur un appareil fragile.

» Le fonctionnement est des plus simples : dans le modèle que M. Joly, directeur du laboratoire de l'École Normale, a bien voulu faire construire pour moi, les sections des tubes sont dans un rapport voisin de 1 à 10, avec des diamètres d'environ $0^{mm},5$ et $1^{mm},5$. On peut donc représenter les volumes du tube étroit, du réservoir et du tube large respectivement par 1, 9 et 10; la masse totale de gaz aurait donc un volume 20 sous la pression ordinaire.

» Quand l'appareil est ouvert à l'air libre, le gaz qu'il contient est déjà comprimé par une colonne de mercure de 90^{cm} et sa pression est de plus de 2^{atm}. Il en résulte qu'en exerçant une pression dans l'appareil le niveau descendra dans la branche ouverte moins vite qu'il ne monterait dans un manomètre ordinaire de même hauteur. Ainsi, vers 10^{atm}, le mercure aura parcouru non pas les $\frac{9}{10}$ du tube, mais les $\frac{4}{5}$ seulement et à 20^{atm} la longueur correspondant à 1^{atm} est encore de 6^{mm}. Elle serait de 3^{mm} seulement dans un manomètre ordinaire.

» Au voisinage de 20^{atm} le réservoir est plein de mercure, les niveaux sont à la même hauteur dans les deux branches, et l'azote réduit au $\frac{1}{20}$ du volume initial sous la pression atmosphérique ne remplit que la partie étroite de la branche fermée. Le fonctionnement de l'appareil devient alors identique à celui d'un manomètre indiquant depuis 20^{atm}; on lira donc les hautes pressions sur le tube étroit, les pressions faibles sur le tube large.

» Un très petit renflement pratiqué au sommet de la branche capillaire m'a permis, en supprimant la lecture des pressions élevées, de conserver plus de sensibilité jusqu'à 100^{atm}. Ce renflement peut être équivalent au $\frac{1}{5}$ du volume du tube fin.

» L'emploi de tubes coniques serait également très avantageux.

» On conçoit qu'il serait facile de modifier les proportions que j'indique, en vue d'avoir une échelle plus ou moins étendue.

» La graduation peut s'effectuer soit par comparaison, soit au moyen des

résultats relatifs à la compressibilité des gaz et publiés par M. Amagat [1].

» J'espère pouvoir indiquer dans une prochaine Note un procédé différent de graduation. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'inversion du phénomène de Peltier entre deux électrolytes au delà du point neutre.* Note de M. **Henri Bagard**, présentée par M. Mascart.

« L'existence du phénomène de Peltier au contact de deux électrolytes a été démontrée par plusieurs physiciens, notamment par MM. A. Naccari et A. Battelli [2]. Ces auteurs ont constaté que l'effet Peltier est très intense au contact de deux solutions d'une même substance, ayant des concentrations différentes ; mais toutes ces expériences ont été faites uniquement à la température du laboratoire.

» Il était intéressant d'étudier le phénomène de Peltier à diverses températures : la théorie indique, en effet, que ce phénomène doit s'annuler au point neutre, puis changer de sens. La vérification de cette conséquence de la théorie n'a pu être faite jusqu'ici par un procédé calorimétrique, parce que, dans les couples thermo-électriques métalliques, que l'on a plus particulièrement étudiés, le phénomène d'inversion a lieu à une température généralement très élevée. A ma connaissance, il n'existe sur ce point que les expériences de M. Budde [3] et de M. Le Roux [4], lesquels ont employé des méthodes indirectes pour vérifier ce fait important dans le cas du couple fer-cuivre.

» Or, dans une Note précédente [5], j'ai montré que certains couples thermo-électriques, formés de deux solutions de sulfate de zinc de concentrations différentes, présentent le phénomène d'inversion à des températures relativement basses, comprises entre 40° et 50°.

» Pour ces couples, la vérification directe du changement de signe de

---

(1) *Comptes rendus,* t. XCIX, p. 1017.

(2) *Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino,* t. XX, 1884-85; t. XXI 1885-86.

(3) *Annales de Poggendorff,* 6e série, t. III, p. 343; 1874.

(4) *Comptes rendus,* t. XCIX, p. 842; 1884.

(5) *Comptes rendus,* t. XCVI, p. 27; 1893.

l'effet Peltier au point neutre devenait possible; j'ai réussi, en effet, à le mettre en évidence à l'aide du dispositif suivant.

» Un vase en verre cylindrique de 10^{cm} de diamètre et de 19^{cm} de hauteur contient une dissolution de sulfate de zinc; sur le fond de ce vase, repose un disque de zinc amalgamé destiné à servir d'électrode. Un cylindre de $8^{cm},5$ de diamètre et de 14^{cm} de hauteur est fermé à la partie inférieure par un bouchon dans lequel est pratiquée en mince paroi une fente étroite longue de 4^{cm}; sur cette fente est tendue une membrane en baudruche. Ce cylindre, qui contient une dissolution de sulfate de zinc d'une concentration différente de la première, dans laquelle plonge un disque de zinc amalgamé servant de seconde électrode, est lui-même plongé dans le premier vase, de telle façon que la fente, recouverte de baudruche, se trouve à peu près à moitié de la hauteur de ce vase.

» Pour déterminer l'effet Peltier, ou le changement de température le long de la fente, à la surface de séparation des deux dissolutions, j'emploie un bolomètre qui, en raison de sa petite masse, est instantanément affecté par le phénomène calorifique.

» Comme résistance bolométrique, j'ai choisi une solution de sulfate de zinc à 25 pour 100, parce que les variations de résistance d'une telle solution avec la température sont beaucoup plus grandes que celles d'un fil métallique. A cet effet, j'ai étiré un tube de verre mince que j'ai ensuite courbé en U aux extrémités de la partie étroite; cette dernière est disposée dans la fente du bouchon qu'elle obture presque complètement. Les deux branches larges du tube se terminent à l'extérieur de l'appareil par de petits réservoirs en verre qui contiennent, ainsi que le tube tout entier, la dissolution précédente; enfin, dans chacun des petits réservoirs plonge une électrode de zinc amalgamé.

» A côté de cet appareil est placé un second appareil identique, tous deux étant plongés dans une très grande cuve contenant de l'eau; les disques de zinc sont reliés de telle façon que les effets Peltier au contact des liquides soient de signe contraire aux deux fentes. Les deux bolomètres forment les deux branches contigües d'un pont de Wheatstone, et l'on se sert d'un électromètre capillaire comme instrument de zéro pour déterminer le rapport des deux résistances liquides.

» On fait passer dans l'appareil le courant de quatre éléments Bunsen pendant dix minutes, alternativement dans un sens et dans l'autre, et l'on note à chaque minute le rapport des résistances.

» J'ai ainsi vérifié qu'à la température ordinaire le sens de l'effet Peltier

est bien celui qui correspond au sens de la force électromotrice thermo-électrique et qu'il coïncide également avec le sens observé par MM. Naccari et Battelli. En répétant l'expérience à une température d'environ 60°, au delà du point neutre, j'ai constaté que l'effet Peltier change de sens.

» J'indique dans le Tableau suivant les valeurs du rapport des résistances au bout des périodes successives de dix minutes, dans le cas du couple formé de deux solutions à 5 pour 100 et 15 pour 100, dont le point neutre est voisin de 40°.

Température de 20°,3.		Température décroissant lentement de 66° à 60°.	
Sens I du courant.	Sens II du courant.	Sens I du courant.	Sens II du courant.
1,2737	»	1,3015	»
»	1,2683	»	1,3027
1,2717	»	1,3014	»
»	1,2685	»	1,3049
1,2713	»	1,3031	»

» On voit qu'à la température de 20°, le rapport des résistances est plus grand pour le sens I que pour le sens II, tandis que l'inverse a lieu quand la température dépasse le point neutre.

» Des résultats analogues ont été obtenus avec le couple formé de deux solutions à 5 pour 100 et 25 pour 100, dont le point neutre est voisin de 50°.

» De ce que l'effet Peltier s'annule au point neutre, on peut conclure que l'effet Thomson doit se produire dans ces électrolytes; j'ai réussi tout récemment à mettre ce phénomène en évidence par des expériences directes dont la description fera l'objet d'une prochaine Note ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude de la pile au cadmium et au sel ammoniac.* Note de M. A. **Ditte**, présentée par M. Troost.

« Nous avons examiné (*Comptes rendus,* t. XCVI, p. 812) les modifications qu'entraîne dans le fonctionnement de la pile montée avec du sel marin le remplacement du zinc par le cadmium; ce dernier métal est sans action, à froid, sur une solution de chlorhydrate d'ammoniaque, mais son

---

([1]) Ce travail a été exécuté au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Nancy.

oxyde peut se combiner à ce chlorure pour donner des cristaux transparents, décomposables par l'eau, et qui renferment $2(AzH^4Cl), CdO$.

» L'électrolyse d'une solution de sel ammoniac, sous l'action de la force électromotrice qui prend naissance au contact d'un système cadmium-platine plongé dans cette liqueur, est encore une réaction exothermique, car, si la décomposition du chlorure ammoniacal en ammoniaque dissoute, hydrogène et chlore gazeux absorbe $-103^{cal},4$, la formation du chlorure de cadmium dissous en dégage $+96^{cal},2$; l'union de l'hydrogène avec le platine en peut dégager $+17^{cal}$; la décomposition électrolytique est donc accompagnée d'un dégagement de chaleur, même en négligeant la chaleur de formation du chlorure double $AzH^4Cl, CdCl^2, \frac{1}{2}H^2O$ qui peut se produire dans ces conditions; comme, d'autre part, la densité d'une solution de chlorure d'ammonium diminue quand on la charge d'ammoniaque, et augmente quand on y dissout du chlorure de cadmium, nous verrons la partie supérieure du liquide devenir rapidement alcaline, tandis que le chlorure métallique viendra s'accumuler au fond du vase; et, comme dans les régions supérieures, riches en ammoniaque, l'oxyde de cadmium se formera en plus grande quantité qu'ailleurs, ces régions seront les premières saturées du composé $2(AzH^4Cl), CdO$, qui ne tardera pas à former une couche mince de cristaux suspendus à la surface du liquide.

» La substitution d'un aggloméré ou d'un vase poreux contenant du bioxyde de manganèse à la lame du platine rend l'action plus rapide, toujours pour la même raison, et bientôt on voit apparaître autour de la partie supérieure du barreau de cadmium une gaine blanche, constituée, non par de l'oxyde de cadmium qui se dissout dans le sel ammoniac au fur et à mesure de sa production, mais, comme on s'en rend aisément compte, par des cristaux du composé $2(AzH^4Cl), CdO$. D'un autre côté, puisque l'ammoniaque tend à monter vers la partie supérieure du liquide et le chlorure de cadmium à descendre vers la région inférieure, il ne tarde pas à s'accumuler au fond du vase une liqueur peu ammoniacale et chargée de cadmium, tandis que le liquide supérieur, qui renferme beaucoup d'ammoniaque, ne contient que de petites quantités de chlorure métallique. Si donc on remonte du fond vers la surface, on rencontre une région particulière du liquide dont la position varie avec les circonstances de l'opération et la disposition de l'appareil, région dans laquelle l'ammoniaque et les chlorures dissous se trouveront dans les proportions les plus favorables à la production du corps $2(AzH^4Cl), CdO$; celui-ci saturera cette zone

plus rapidement que les voisines et il y cristallisera bientôt; une partie des cristaux tombe au fond du vase, mais les autres restent en suspension, s'accolent ensemble et finissent par former une cloison qui prolonge, en s'étalant en nappe horizontale, la gaine qui entoure à sa partie supérieure le barreau de cadmium. Cette cloison sépare des liqueurs de composition différente, dans lesquelles l'ammoniaque et les chlorures se trouvent mélangés en proportions qui correspondent à des équilibres plus ou moins complexes, et qui sont caractérisées par ce fait que la supérieure est plus riche en ammoniaque, l'inférieure plus chargée de chlorure de cadmium.

» Vient-on à mélanger ces deux liquides, l'alcali de l'un et le chlorure de l'autre réagissent en présence d'un excès de sel ammoniac, et il en résulte la formation du composé $2(AzH^4Cl), CdO$ qui se précipite presque immédiatement en petits cristaux. C'est précisément là ce qui se produit à l'intérieur même de la nappe horizontale où les deux liquides, supérieur et inférieur, se mélangent par voie de diffusion, donnant lieu à la formation de cristaux grâce auxquels la nappe se consolide et s'épaissit à mesure que l'opération se prolonge. Dans l'épaisseur même de cette cloison, la quantité de liquide et, par suite, sa résistance sont moindres qu'au-dessus ou au-dessous et le liquide est constamment saturé du composé $2(AzH^4Cl), CdO$; c'est là que le courant passe le plus facilement, que l'électrolyse est la plus rapide et l'attaque du cadmium la plus intense; aussi voit-on se former autour du barreau, rongé plus profondément là qu'ailleurs, un bourrelet de cristaux plus épais que ne le sont les autres portions de la nappe horizontale. Quand la pile est constituée avec un vase poreux muni de fentes par en bas, les phénomènes observés sont tout à fait semblables à ceux dont est le siège la pile analogue montée avec un barreau de zinc et du sel marin, avec cette différence qu'au lieu d'être formés d'oxyde de zinc, les filets blancs qui partent de la portion supérieure des fentes pour aller se réunir plus haut et s'épanouir en une nappe horizontale sont constitués par des cristaux du composé $2(AzH^4Cl), CdO$.

» Quant au bioxyde de manganèse des vases poreux ou des agglomérés, il paraît n'avoir pas d'autre rôle que celui de diminuer très fortement la polarisation de l'élément; ni lui, ni les oxydes qui proviennent de sa réduction partielle par l'hydrogène ne sont attaqués sensiblement à froid par le sel ammoniac; le manganèse dissous, que les liqueurs renferment parfois, y est toujours en quantité si petite qu'on ne saurait lui attribuer

un rôle important dans le fonctionnement de la pile qui, à part les faits de polarisation, se comporte de la même manière, qu'elle contienne ou non du bioxyde de manganèse.

» L'action fondamentale qui se produit dans les diverses formes de piles que nous avons examinées est toujours, en somme, une électrolyse exothermique de la liqueur saline, électrolyse de laquelle résultent un alcali et du chlore qui forme avec le barreau métallique le chlorure correspondant. Grâce aux différences de densité qui existent entre les portions de la liqueur saline qui sont chargées d'alcali et celles qui sont riches en chlorure métallique, le liquide de la pile n'est pas homogène, il est plus alcalin dans ses portions supérieures et contient vers le bas plus de chlorure de zinc ou de cadmium. Les diverses couches horizontales de ce liquide ne présentent pas toutes la même résistance au passage du courant, de sorte que l'électrolyse ne se fait pas à tous les niveaux avec la même intensité, ce qui explique certains des phénomènes observés. En outre, l'alcali formé, réagissant sur le sel métallique, donne lieu, soit à la formation d'un oxyde, soit à la production de composés cristallisés plus ou moins complexes, et ceux-ci se déposant en certaines régions de la liqueur sont la cause d'un certain nombre de faits particuliers qui donnent à chaque pile une physionomie spéciale, variable d'ailleurs avec la disposition que l'on donne à l'élément considéré. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Influence de la température de recuit sur les propriétés mécaniques et la structure du laiton.* Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. Henri Moissan.

« On sait que les propriétés mécaniques du laiton écroui sont considérablement modifiées par le recuit. Je me suis proposé d'étudier la variation de ces propriétés en fonction de la température de recuit et de rechercher si l'on pouvait attribuer ce phénomène à une variation de la structure de l'alliage. Mes recherches ont porté jusqu'à présent sur le laiton à 67 de cuivre, 33 de zinc, employé pour la fabrication des objets emboutis, et qui possède une malléabilité remarquable.

» Une lame de 8^{mm} d'épaisseur a été laminée jusqu'à avoir une épaisseur de 2^{mm}, sans subir de recuit. Dans le laiton ainsi écroui, on a découpé une série de barreaux de traction dont on a déterminé la charge de rupture et l'allongement après les avoir recuits à différentes températures. Pour effectuer le recuit on employait un four

chauffé par une spirale de platine traversée par un courant électrique, ce qui permet d'obtenir facilement des températures constantes. Les températures étaient mesurées avec un pyromètre thermo-électrique Le Chatelier.

» Voici quelques-uns des résultats obtenus :

	Charge de rupture par millimètre carré.	Allongement pour 100.
Non recuit	62 km	3,8
Recuit à 540°	32	55
» 585°	31,7	57,3
» 620°	30,0	60,8
» 700°	29,3	64,8
» 730°	30	62
» 860°	27,6	59
» 930°	26,5	56,5

» On voit que la charge de rupture décroît constamment quand la température de recuit s'élève, tandis que l'allongement commence par croître, atteint un maximum aux environs de 700° et décroît ensuite jusqu'au point de fusion.

» Sur chaque barreau, on découpait, avant l'essai de traction, une petite plaque qui était étudiée par la méthode micrographique. Pour obtenir des résultats constants dans ce genre d'étude, il est indispensable de fixer d'une façon absolue le mode de préparation des surfaces examinées au microscope. La surface polie est facilement attaquée à l'aide d'un courant électrique. C'est le procédé employé par M. Guillemin pour l'étude des alliages de cuivre. Mais, suivant la valeur de l'intensité du courant, de la force électromotrice, de la composition du liquide, de la durée de l'attaque, etc., on peut obtenir des résultats complètement différents pour un même métal.

» L'étude d'un très grand nombre de préparations, soumises à divers modes d'attaque, conduit à conclure que le laiton est formé, en général, de deux alliages différents. Dans l'attaque des surfaces polies, il faudra donc employer une force électromotrice telle que l'un des alliages se dissolve tandis que l'autre reste inaltéré. C'est ce que l'on peut obtenir de la façon suivante :

» L'alliage à étudier est placé dans une solution de sulfate de zinc et relié à une lame de cuivre placée dans un vase poreux plein d'une solution de sulfate de cuivre. On peut aussi remplacer le sulfate de zinc par

l'acide sulfurique étendu, à condition de restreindre la durée de l'attaque. Dans ces conditions, en employant toujours des surfaces égales, des solutions de même concentration et des durées d'attaque identiques, on peut obtenir des résultats comparables pour divers échantillons et suivre les variations de structure du métal avec le recuit. En opérant ainsi on a observé les faits suivants :

» Le laiton fortement écroui présente une structure sensiblement homogène; l'attaque ne révèle que des stries dans le sens du laminage. A mesure que l'on recuit le laiton, il tend à se séparer des cristaux, qui sont des octaèdres maclés, et qui deviennent de plus en plus nets à mesure que la température s'élève. Au-dessus de la température de 700°, ces cristaux commencent à se déformer; on voit apparaître des soufflures, probablement dues à la volatilisation du zinc, et dont le nombre augmente avec la température. Enfin, un peu au-dessus de 1000°, on obtient la fusion du métal qui cristallise en refroidissant sous forme de dendrites, probablement formées par un mélange isomorphe.

» La corrélation qui existe entre les qualités mécaniques du laiton et cette séparation de deux alliages, l'un cristallisé, l'autre amorphe, jouant le rôle de ciment, constitue un embryon de théorie, analogue à la théorie cellulaire de l'acier, de MM. Osmond et Werth, et peut donner des indications utiles pour le travail du métal. Les faits observés conduisent déjà à un résultat qui est en désaccord avec les idées généralement reçues; c'est que, dans le cas du laiton, la cristallisation améliore les qualités mécaniques du métal. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides maliques substitués.* Note de M. **Ph.-A. Guye**, présentée par M. Friedel.

« La Note publiée le 15 avril par M. Colson ([1]), relative à l'acide acétylmalique, m'engage à communiquer les résultats que j'ai déjà obtenus au cours de recherches entreprises sur les acides maliques substitués. Ces recherches, qui font suite à mon travail sur la dissymétrie moléculaire ([2]), ont déjà fait l'objet de deux Communications préliminaires,

---

([1]) Colson, *Comptes rendus*, t. CXV, p. 818.

([2]) Guye, *Étude sur la dissymétrie moléculaire* (*Arch. Sc. phys. nat. de Genève*, 3e série, t. XXVI, p. 97, 201, 333 et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XXV,

le 9 mars et le 16 mars [1], dans lesquelles j'ai annoncé que j'avais obtenu les acides et anhydrides acétylmaliques, propionylmaliques, butyrylmaliques, et que ces composés sont tous lévogyres, comme l'acide malique dont ils dérivent. Je me crois donc fondé à revendiquer la priorité de ce travail.

» *Anhydride acétylmalique actif.* — On chauffe au bain-marie, dans un appareil à reflux, 1^{gr} d'acide malique gauche bien desséché et 4^{gr} de chlorure d'acétyle. Lorsqu'il ne se dégage plus de gaz chlorhydrique, on distille l'excès de chlorure d'acétyle et on reprend par le chloroforme; cette solution étant fortement concentrée et abandonnée dans l'air sec, l'anhydride acétylmalique cristallise, on le fait sécher sur des plaques poreuses à l'abri de l'humidité. Le rendement est presque théorique. Deux ou trois cristallisations dans le chloroforme, suivies de lavages à l'éther absolu, donnent un produit tout à fait pur.

Analyse centésimale :

	Trouvé.	Théorie pour $C^6H^6O^5$.
C	45,7	45,6
H	4,0	3,8

Pouvoir rotatoire dans le chloroforme : $(\alpha)_D = -26,0$.

---

p. 145). M. Colson a formulé, à ce sujet, diverses critiques auxquelles M. Friedel et M. Le Bel ont déjà répondu (voir sur cette discussion, *Comptes rendus*, t. CXV et CXVI; *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. VII et IX; *Revue générale des Sciences*, t. IV. Consulter aussi une Note de M. Aignan, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 273 et quelques observations du *Moniteur scientifique* du Dr Quesneville, p. 324; 1893).

Mon intention n'est pas de revenir sur ce débat. Je désire seulement faire remarquer que les points traités par M. Colson concernent presque exclusivement des questions sur lesquelles j'ai fait moi-même les réserves les plus formelles ou dont j'ai annoncé l'étude ultérieure (*Annales, loc. cit.*, p. 169, 170, 223, 225, 226. *Conférences Société chimique*, p. 178; Paris, 1892. Voir aussi, sur les observations en dissolutions aqueuses, *Annales, loc. cit.*, p. 179, 180, 198, 211, 212).

Ces réserves, dont M. Colson ne tient aucun compte, m'ont paru assez nettes et assez explicites pour me dispenser de le suivre sur le terrain où il a jugé convenable de se placer, et pour m'autoriser à continuer simplement mes expériences. De nombreuses observations peuvent, du reste, seules conduire à une notion plus précise de la dissymétrie moléculaire.

(1) Guye, *Arch. Sc. phys. et nat.*, 3e série, t. XXIX, p. 430; voir aussi *Chemiker Zeitung*, no du 29 mars, p. 436.

» L'anhydride acétylmalique fond à 58° [53°-54°, d'après M. Anschütz [1], 59° d'après M. Colson]. Il est peu soluble dans l'éther absolu; assez soluble dans le benzène et surtout dans le chloroforme. Il attire rapidement l'humidité de l'air pour se transformer en acide acétylmalique.

» *L'acide acétylmalique actif* se prépare en abandonnant à la cristallisation une solution concentrée d'anhydride dans le chloroforme humide.

Analyse centésimale :

	Trouvé.	Théorie pour $C^6H^8O^6$.
C	41,2	40,9
H	4,8	4,6

Pouvoir rotatoire dans l'acétone : $(\alpha)_D = -21,0$ à $-25,8$.
Pouvoir rotatoire dans l'eau : $(\alpha)_D = -10,4$ à $-10,7$.

» Chauffé lentement, ce corps se ramollit entre 120° et 125°, pour fondre à 130°-131°. Chauffé rapidement, il entre en fusion à une température un peu plus élevée. De fait, il s'agit là d'une température de décomposition, car la fusion est accompagnée d'un dégagement d'acide acétique, et l'on retrouve, après, de l'acide maléique. Il en résulte que la transformation de l'acide malique en acide maléique, par l'action du chlorure d'acétyle, n'est pas le résultat d'une simple élimination d'eau, comme on l'admet généralement. La réaction présente, en réalité, deux phases : 1° formation d'un dérivé acétylé; 2° décomposition de ce dernier avec élimination d'acide acétique.

» La solution aqueuse d'acide acétylmalique régénère peu à peu de l'acide malique et de l'acide acétique; cette transformation, facile à suivre par des observations polarimétriques ou par des titrages alcalimétriques, est très lente à la température ordinaire; elle n'est complète qu'après plusieurs heures d'ébullition.

» *Anhydride propionylmalique actif.* — Se prépare comme l'anhydride acétylmalique, par réaction du chlorure de propionyle sur l'acide malique. La transformation n'est pas totale; il se forme en même temps une quantité appréciable d'un produit visqueux, peu soluble dans le chloroforme; l'anhydride peut donc être purifié par des cristallisations dans le chloroforme, suivies de lavages à l'éther absolu. Ce composé fond à 88°-89°.

Analyse centésimale.

	Trouvé.	Théorie pour $C^7H^8O^5$.
C	48,3	48,8
H	4,9	4,7

Pouvoir rotatoire dans le chloroforme : $(\alpha)_D = -22,1$ à $-20,4$.

[1] Anschutz, *Liebig's Annalen*, t. CCLIV, p. 166; cet acide, distillé dans le vide, était peut-être racémique.

» Cet anhydride se transforme dans le chloroforme humide, surtout en chauffant légèrement, en un acide, lévogyre dans ce dissolvant. Cet acide, qui cristallise par évaporation du chloroforme, se décompose vers 130° en acide propionique et en acide maléique.

» *Anhydride et acide butyrylmaliques actifs.* — Lorsqu'on traite, comme précédemment, l'acide malique par le chlorure de butyryle et qu'on reprend ensuite le produit de la réaction par le chloroforme, on obtient une solution contenant de l'acide butyrique et de l'anhydride butyrylmalique. Cette solution, très fortement concentrée et abandonnée dans l'air sec, ne laisse déposer l'anhydride à l'état cristallisé qu'après plusieurs semaines de repos. Dans une première préparation, j'ai obtenu un produit assez pur pour pouvoir affirmer que l'anhydride butyrylmalique en solution chloroformique, et l'acide butyrylmalique en solution dans l'acétone aqueuse, sont certainement des composés lévogyres. J'attends d'avoir isolé ces deux corps à l'état de pureté pour déterminer la grandeur exacte de leur pouvoir rotatoire; si je ne puis le faire aujourd'hui, c'est en raison de la lenteur avec laquelle se forment les dépôts cristallisés; c'est du reste dans l'attente de ces résultats que j'ai retardé la publication de cette Note.

» L'étude de l'anhydride benzoylmalique a été commencée, et je me propose d'entreprendre ensuite celle des éthers et des sels des divers acides maliques substitués.

» Les conclusions théoriques de ce travail feront l'objet d'une autre Communication ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure de zinc sur le chlorocamphre. Relation entre le camphre et le carvacrol.* Note de M. **A. Étard**, présentée par M. H. Moissan.

« Le camphre a été soumis à l'action du chlorure de zinc par de nombreux chimistes qui ont obtenu des résultats fort différents parce que cette action donne lieu à une pyrogénation et à une condensation profondes. On n'obtient pas ainsi de produit principal permettant quelque conclusion relative à la nature encore si mal connue de cette substance végétale. C'est ainsi qu'en même temps que de l'orthocrésol, du carvacrol, de la camphorone, etc., il se fait des matières telles que les diméthyléthylbenzines qui n'ont pas conservé le degré primitif de substitution en carbone. Le bromocamphre, traité de même, donne, selon M. H. Schiff, un thymol liquide considéré depuis comme du carvacrol et un carbure C^8H^{16}

([1]) Genève, Laboratoire de Chimie de l'Université.

dont il est difficile de concevoir la dérivation et qu'il regarde comme un hexahydroxylène. J'ai examiné de nouveau cette action du chlorure de zinc sur le groupement moléculaire du camphre en choisissant le chlorocamphre qui, dans sa transformation, met en liberté de l'acide chlorhydrique. Ce dernier ne peut compliquer la réaction en agissant comme réducteur à la façon de l'acide iodhydrique ou de l'acide bromhydrique capables, comme on sait, d'opérer des réductions, par exemple celle de l'acide sulfurique concentré.

» Le camphre monochloré, dit normal, distille sans altération notable, mais il suffit de lui ajouter une très petite quantité de chlorure zincique pour qu'il se dégage de l'acide chlorhydrique en abondance. En pratique, pour opérer rapidement, il convient de traiter par portions de 100^{gr} un mélange contenant 10 pour 100 de chlorure de zinc. On fait bouillir sans distiller pendant quelques minutes, tant que l'effervescence d'acide chlorhydrique dure. La masse est finalement distillée et ensuite agitée avec une lessive de soude qui enlève le carvacrol, que l'on peut reprendre à cette liqueur caustique par de l'éther ou par déplacement au moyen d'un acide. Le carvacrol bout à 236°.

» Ce que la soude ne dissout pas est traité par la vapeur d'eau; il passe alors une petite quantité d'hydrocarbure et il reste un résidu de chlorocamphre inaltéré mêlé d'un peu de goudron. Déduction faite du chlorocamphre non transformé on trouve que la production de carvacrol peut atteindre 65 pour 100 de la théorie. Ce rendement, très élevé pour une préparation organique, montre qu'il y a ici une réaction nettement prépondérante. En se servant de la notation que j'ai récemment proposée pour résumer les connaissances actuelles sur le camphre, on peut représenter le dédoublement par l'équation

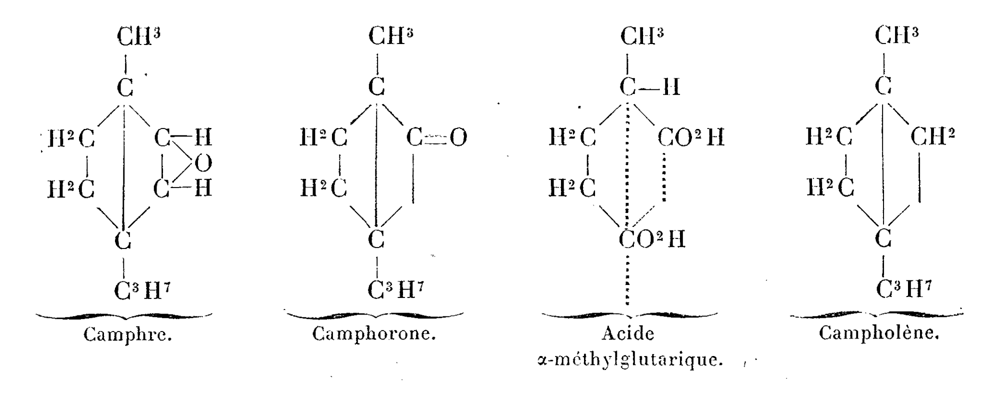
```
          CH³                          CH³
           |                            |
           C                            C
         / | \                        / | \
    ClHC   |   C—H                 HC   |   C—H
      |    |   | >O  = HCl +       ||   |   | >O
    HHC    |   C—H                 HC   |   C—H
         \ | /                        \ | /
           C                            C
           |                            |
          C³H²                         C³H²
        Camphre.                     Carvacrol.
```

» Les propriétés d'un grand nombre de phénols, leur pouvoir de former des dérivés hexabromés stables (Benedik), l'existence d'un phénol disodé

signalé par M. de Forcrand me font préférer pour ces corps une fonction d'anhydride de glycol telle que $-\underset{\diagdown O \diagup}{CH-CH}-$, à l'hydroxyle et formuler le carvacrol comme ci-dessus.

» En même temps que le carvacrol se forme, il se passe une réaction secondaire qui en diminue le rendement. Une partie du chlorocamphre se convertit en *oxyde de carbone* et en un carbure C^9H^{16}, C = 86,8, H = 13,1.

» Ce carbure est purifié par agitation à froid avec de l'acide sulfurique concentré qui ne l'attaque pas. Il bout alors à 137°. $D_{15°} = 0,795$. Indice de réfraction : $n_D = 1,434$, $R = \frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{M}{d} = 40,58$. Calculé 39,32. Ces valeurs ne supposent pas de liaison double entre les carbones; d'ailleurs le carbure ne réagit sur le brome que par substitution en dégageant HBr, dès le début, à froid. Le corps que je viens de décrire est, d'après ses propriétés, identique avec le campholène de M. de Lalande, puis de Kachler, de Zürrer. Le carbure de Schiff bouillant à 137° D = 0,795 est certainement aussi du campholène et non un hexahydrure paraxylénique C^8H^{16} dont le point d'ébullition serait moindre que 137°, température à laquelle bout le paraxylène lui-même. On ne peut admettre que le campholène C^9H^{16} passe à 137° et que j'aie obtenu en partant du chlorocamphre soit un dérivé méthylhexahydrogéné du paraxylène, car sa formation est corrélative d'un dégagement d'oxyde de carbone provenant du noyau hexagonal du camphre, quelle que soit d'ailleurs la formule qu'on admette pour ce dernier. L'anneau aromatique est ainsi rompu. Le campholène, par sa formule, correspond à la camphorone que l'oxydation transforme en acide α-méthylglutarique ([1]).



Camphre. Camphorone. Acide α-méthylglutarique. Campholène.

([1]) W. Kœnigs et Eppens, *Berichte*, t. XXVI, p. 810.

» Le carbure C^8H^{14}, dont on a considéré le campholène comme le dérivé méthylé $C^8H^{13}-CH^3$, ne peut, pour des raisons semblables et malgré sa formule, être un tétrahydroxylène, car il dérive de l'anhydride camphorique et du camphorate de cuivre par perte d'acide carbonique.

$$\begin{array}{ccc} & CH^3 & \\ & | & \\ & C & \\ H^2C & & CO^2 \\ | & & \\ H^2C & & CO^2 \\ & C & \\ & | & \\ & C^3H^7 & \end{array} \!\!\!\!\!\! \Big> Cu = Cu + 2\,CO^2 + \begin{array}{cc} & CH^3 \\ & | \\ & C \\ H^2C & \| \\ | & \| \\ H^2C & \| \\ & C \\ & | \\ & C^3H^7 \end{array}$$

» Dans un groupe très voisin du camphre, celui du carvol $C^{10}H^{14}O$, on sait que cette matière forme, par addition directe d'acide chlorhydrique, un chlorhydrate $C^{10}H^{14}O.HCl$, isomère avec le camphre monochloré $C^{10}H^{16}ClO$.

» Le chlorhydrate de carvol fonctionne comme un produit d'addition phénolique, car il se dédouble par simple distillation, avec ou sans chlorure de zinc, en carvacrol et HCl (Reychler). Mes expériences montrent que le chlorocamphre se comporte de même comme un chlorhydrate de carvacrol $C^{10}H^{15}ClO = C^{10}H^{14}O.HCl$; les deux réactions sont exactement parallèles. Comme fonction chimique, le camphre peut donc être regardé comme un hydrocarvacrol, et s'il n'a pas la propriété, comme les phénols, de se dissoudre dans les alcalis, il faut remarquer que l'hydrogénation à partir du carvacrol ne peut que diminuer l'acidité de ce dernier, qui est déjà presque nulle. En effet, l'éther enlève le carvacrol à ses solutions caustiques et j'ai constaté qu'elles perdent ce phénol par distillation à la vapeur d'eau. La formation par le sodium d'un camphre sodé et surtout sa transformation par l'anhydride carbonique sec en acide camphocarbonique sont d'ailleurs essentiellement une réaction de phénol parallèle à la formation de l'acide salicylique par le phénol ordinaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un certain nombre de combinaisons organo-métalliques appartenant à la série aromatique.* Note de M. G. **Perrier**, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Communication ([1]), M. Louïse et moi, nous avons montré que les acétones aromatiques se combinent avec les chlorures anhydres d'aluminium et de fer : le chlorure métallique paraissant se combiner de préférence avec un seul des composés isomères qui peuvent prendre naissance dans l'application de la méthode de MM. Friedel et Crafts. La propriété que nous avons fait connaître permet dès lors d'isoler cette acétone.

» Je me propose, dans cette Communication, de montrer que cette propriété est beaucoup plus générale et peut être étendue aux éthers, aux acétones-phénols, aux phénols.

» *Chlorure d'aluminium et éthers.* — Le benzoate de phényle, le dibenzoate de résorcine ou d'hydroquinone, le phtalate de phényle, en solution dans le sulfure de carbone et chauffés au réfrigérant ascendant avec du chlorure d'aluminium, donnent par refroidissement de la liqueur un corps cristallisé, peu soluble dans le sulfure de carbone.

» Le produit obtenu avec le benzoate de phényle en particulier se présente sous la forme de cristaux incolores, se dissociant assez rapidement à l'air. Décomposé par l'eau, il donne une solution aqueuse de chlorure d'aluminium et du benzoate de phényle pur fondant, après une seule cristallisation dans l'alcool, à 69°.

» Le composé organo-métallique qui a pris naissance répond à la formule

$$(C^6H^5COOC^6H^5)^2Al^2Cl^6.$$

» En effet, soumis à l'analyse il donne les résultats suivants :

		Calculé pour $(C^{13}H^{10}O^2)^2Al^2Cl^6$.
Benzoate de phényle.......	60,00	59,65
Aluminium...............	8,54	8,28
Chlore....................	29,91	32,07

» La différence qui existe entre les dosages d'aluminium, de chlore, et

([1]) *Comptes rendus*, 7 juin 1892.

les chiffres théoriques s'explique par la facilité avec laquelle le produit se dissocie, en perdant de l'acide chlorhydrique, en présence de l'air.

» L'analyse du composé organo-métallique formé avec le dibenzoate de résorcine nous a conduit également à la formule

$$[(C^6H^5COO)^2C^6H^4]^2Al^2Cl^6,$$

» Les combinaisons organo-métalliques dont nous venons de parler se produisent également, au fur et à mesure que les éthers prennent naissance, quand on chauffe les chlorures d'acides aromatiques avec les phénols en solution dans le sulfure de carbone, en présence de chlorure d'aluminium. On verra plus loin que les chlorures d'acides gras, dans les mêmes conditions, donnent des réactions d'un autre ordre.

» *Chlorure d'aluminium et acétones-phénols.* — Quand on chauffe les naphtols, et en particulier le naphtol-β avec du chlorure de benzoyle dissous dans le sulfure de carbone, en présence de chlorure d'aluminium, il se forme, après quelques heures d'ébullition, un composé organo-métallique qui se précipite en petits cristaux jaunes d'or par refroidissement de la liqueur. Ce produit se dissocie faiblement à l'air; il répond à la formule $\begin{pmatrix} C^{10}H^6OH \\ | \\ CO.C^6H^5 \end{pmatrix}^2 Al^2Cl^6$.

» En effet, soumis à l'analyse, il donne les résultats suivants :

		Calculé pour $(C^{17}H^{12}O^2)^2Al^2Cl^6$.
Benzoyl-naphtol	65,46	66,01
Aluminium	7,55	7,19
Chlore	26,99	27,8

» Les écarts entre les nombres trouvés pour le chlore et l'aluminium et les chiffres théoriques s'expliquent par la facile altérabilité du composé.

» Traité par l'eau, ce composé organo-métallique donne une solution de chlorure d'aluminium et une matière organique, qui, après une seule cristallisation dans l'alcool éthéré, se présente sous forme d'aiguilles soyeuses jaune pâle, facilement sublimables et fondant à 141°. Ce produit se dissout facilement dans les alcalis et peut en être précipité par les acides. Le sel de soude cristallise en belles paillettes orangées, le sel d'ammoniaque en aiguilles jaunes. Il se combine également avec la phénylhydrazine.

» Soumis à l'analyse il donne les résultats suivants :

Matière employée	0,164
CO^2	0,494
H^2O	0,077

» Soit, en centièmes :

		Calculé pour $C^{17}H^{12}O^2$.
C	82,13	82,25
H	5,21	4,83
O	»	12,90

» Cette substance est donc un des benzoyl-naphtols que prévoit la théorie. Dans ce cas, comme pour les acétones, l'élection du chlorure d'aluminium pour l'un des isomères permet d'isoler ce produit.

» Les chlorures d'acides gras, chauffés dans les mêmes conditions avec les naphtols, nous ont donné, toujours par l'intermédiaire des composés organo-métalliques, des acétones-phénols; il en a été de même avec les phénols ne possédant qu'un seul noyau $\begin{matrix} C^6H^5OH \\ | \\ CO\,C^3H^7 \end{matrix}$ fondant à 91°, soluble dans l'eau bouillante, identique à celui de W. Perkin (¹) : on a vu ci-dessus que les mêmes phénols chauffés avec les chlorures d'acides aromatiques ne donnent que des éthers.

» Dans les conditions où nous opérons, l'action des chlorures d'acides sur les phénols ne possédant qu'un seul noyau est donc tout à fait différente suivant que le chlorure employé provient d'un acide gras ou d'un acide aromatique.

» *Chlorure d'aluminium et phénols.* — Les acétones-phénols et les acétones donnant des composés organo-métalliques avec le chlorure d'aluminium, il y avait lieu de supposer que les phénols seuls s'y combineraient également. Les expériences faites dans ce sens nous ont donné de grandes lamelles incolores avec le phénol ordinaire, des cristaux blancs rosés très altérables à l'air avec le thymol, une poudre cristalline jaune verdâtre avec le naphtol-β.

» Tous ces produits décomposés par l'eau donnent une solution de chlorure d'aluminium et le phénol d'où l'on est parti.

» L'étude de tous ces composés fera l'objet d'une Note ultérieure.

(¹) *Chem. Soc.*, t. XXVIII, p. 546.

» Le perchlorure de fer anhydre donne également des combinaisons avec tous ces corps, mais les résultats que j'ai obtenus sont moins nets qu'avec le chlorure d'aluminium ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Inulase et fermentation alcoolique indirecte de l'inuline*. Note de M. **Em. Bourquelot**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans beaucoup de plantes de la famille des composées, notamment dans les dahlias, les artichauts, les topinambours, l'aunée, le chamæléon blanc (*Atractylis gummifera* L.) et en diverses parties de leurs tissus, mais surtout dans les racines et les tubercules, l'hydrate de carbone de réserve est de l'inuline et non de l'amidon.

» Au point de vue chimique, ces deux composés diffèrent en ce sens que, sous l'influence des acides minéraux étendus bouillants, l'amidon donne naissance à du dextrose, tandis que l'inuline fournit du lévulose; mais, au point de vue physiologique, on peut dire qu'ils remplissent le même rôle; en effet, au moment de la germination des organes qui les contiennent, ils se transforment tous deux en leur sucre respectif, c'est-à-dire en des sucres assimilables.

» On sait depuis longtemps que la saccharification de l'amidon est déterminée par un ferment soluble, la diastase (amylase), qui apparaît dans les tissus à l'époque convenable; mais l'agent de la saccharification de l'inuline était resté inconnu jusque dans ces derniers temps, et ce n'est qu'en 1888 qu'un botaniste anglais, J.-R. Green, a réussi à l'extraire de quelques-unes des plantes désignées ci-dessus ([2]). Cet agent est encore un ferment soluble auquel le savant qui l'a découvert a donné le nom d'*inulase*.

» En 1885, j'avais observé que, lorsqu'on ensemence des spores d'*Aspergillus niger* dans un liquide nutritif dont l'hydrate de carbone est l'inuline, ces spores germent rapidement et donnent une récolte aussi abondante que quand l'hydrate de carbone est du glucose ou du sucre de canne ([3]). J'en avais conclu, sans toutefois pousser plus loin mes investi-

---

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Caen.

([2]) *Annals of Botany*, t. I; 1888.

([3]) *Recherches sur les propriétés physiologiques du maltose* (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, p. 193; 1886).

gations sur ce point, que très probablement l'*Aspergillus* produisait un ferment soluble capable de saccharifier l'inuline.

» Le travail de Green, et aussi mes recherches récentes sur la *tréhalase*, ont ramené mon attention sur ce sujet. Ainsi que je l'avais pensé, l'*Aspergillus* renferme un ferment de l'inuline que l'on peut obtenir, mélangé toutefois à d'autres ferments solubles, en suivant l'un des procédés que j'ai indiqués dans une précédente Communication.

» La question de savoir si l'on a bien affaire ici à un ferment spécifique, et si ce n'est pas un des ferments déjà connus et produits par l'*Aspergillus* qui saccharifie l'inuline, était tout aussi difficile à résoudre que lorsqu'il s'agissait de la tréhalase. Elle ne pouvait d'ailleurs être abordée qu'indirectement. C'est ainsi que, l'invertine et l'amylase n'exerçant aucune action sur l'inuline ([1]), il est permis déjà d'affirmer qu'il est distinct de ces deux derniers ferments. C'est ainsi encore que, pouvant être porté, en solution aqueuse, à 64°, sans rien perdre de son activité, il doit être considéré comme différent de la tréhalase qui est détruite à cette température. Mais il ne m'a pas été possible de trouver jusqu'ici de caractères le différenciant de la maltase.

» Quoi qu'il en soit, cette restriction faite, il n'y a pas d'inconvénient, du moins provisoirement et pour l'étude de ses réactions sur l'inuline, à l'envisager comme un ferment particulier.

» L'action de l'inulase se poursuit très régulièrement, à la condition toutefois d'opérer sur des solutions d'inuline peu concentrées et préparées à chaud. Le Tableau suivant résume une série d'observations effectuées sur une solution à $1^{gr},32$ pour 100 d'inuline desséchée à 100°, additionnée d'inulase et abandonnée à la température du laboratoire jusqu'à cessation de l'action fermentaire.

» L'inuline provenait de la collection de M. le professeur Jungfleisch (inuline de l'*Atractylis gummifera*). Son pouvoir rotatoire était :

$$\alpha D = -39°,9.$$

Durée.	Rotation du liquide.	Température du liquide.	Sucre réducteur pour 100.
h	°	°	gr
0	−1,06	17	0
12	−2,03	17	0,871
36	−2,43	17,5	1,283
64	−2,50	19	1,371
84	−2,53	19,5	1,403

([1]) Ém. Bourquelot, *La Digestion chez les Céphalopodes* (Thèse, Paris; 1885, p. 46).

» Il est facile de voir par le calcul, 1° d'une part, que la proportion de sucre réducteur formé atteint presque celle que peut donner la quantité d'inuline primitivement présente dans la solution; 2° d'autre part et en tenant compte de l'influence de la température sur le pouvoir rotatoire du lévulose, que la rotation observée en dernier lieu (— 2°,53) correspond, à 2 ou 3 centièmes près, à celle que donnerait une solution renfermant une proportion de lévulose égale à celle du sucre réducteur trouvé.

» Il semble donc que l'inuline de l'*Atractylis* se transforme dans ces conditions presque en totalité en lévulose. Diffère-t-elle de celles qu'a étudiées récemment M. Tanret et qui d'après lui donnent en outre un peu de glucose sous l'influence des acides étendus? C'est là un côté de la question que je n'ai pas examiné.

» Mais il y avait un point qui méritait d'attirer l'attention. On sait que l'inuline n'éprouve pas la fermentation alcoolique au contact de la levure de bière. Le lévulose étant au contraire un sucre éminemment fermentescible, en ajoutant à une solution d'inuline à la fois de l'inulase et de la levure, on devait provoquer une fermentation alcoolique. C'est en effet ce qui a lieu.

» Peut-être trouvera-t-on là une idée qui conduira à tirer un meilleur parti des tubercules de topinambour. Dans tous les cas, au lieu de se servir d'acide sulfurique étendu pour transformer l'inuline en sucre fermentescible, il est évident que l'on pourrait employer des cultures d'*Aspergillus*, de la même façon que l'on emploie l'orge germé pour saccharifier l'amidon. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude des phénomènes chimiques de l'assimilation de l'acide carbonique par les plantes à chlorophylle.* Note de M. A. **Bach**, présentée par M. Schützenberger.

« On sait que, d'après l'hypothèse généralement admise, la réduction de l'acide carbonique dans les parties vertes des plantes a lieu suivant l'équation

$$CO^2 + H^2O = CH^2O + O^2.$$

» Mais, quant au mécanisme de cette réaction, il n'existe jusqu'à présent aucune interprétation qui soit en accord avec les faits connus.

» Diverses considérations m'ont conduit à concevoir une hypothèse qui explique d'une manière claire et simple le mécanisme chimique du dédoublement de l'acide carbonique.

» L'acide sulfureux, exposé à l'action de la radiation solaire, se décompose d'après l'équation

$$3H^2SO^3 = 2H^2SO^4 + H^2O + S.$$

» Ne serait-il pas permis de supposer que le dédoublement de l'acide carbonique hydraté CO^3H^2 suit un cours analogue? Nous aurions dans ce cas

$$3H^2CO^3 = 2H^2CO^4 + \boxed{H^2O + C}.$$

» Ici s'arrête l'analogie, tandis que, dans le dédoublement de l'acide sulfureux, le soufre mis en liberté ne forme pas d'hydrate ou en forme un qui se décompose immédiatement en eau et soufre; l'acide carbonique fournirait, dans les mêmes conditions, un hydrate stable, l'aldéhyde formique. Quant à l'autre produit de dédoublement, le composé H^2CO^4, analogue à H^2SO^4, il ne serait autre que l'acide percarbonique hydraté, qui correspond à l'anhydride CO^3 observé par M. Berthelot dans l'action de l'effluve électrique sur l'anhydride carbonique seul ou mélangé d'oxygène. Cet acide percarbonique se dédoublerait spontanément ou sous l'influence des substances contenues dans les plantes en anhydride carbonique et oxygène,

$$2H^2CO^4 = 2CO^2 + 2H^2O^2 = 2CO^2 + 2H^2O + O^2.$$

» Sur trois molécules de CO^2 qui entreraient en réaction, il y en aurait donc une qui se dédoublerait suivant l'équation indiquée au commencement de cette Note; les deux autres seraient régénérées par l'acide percarbonique

$$3H^2CO^3 = 2H^2CO^4 + CH^2O = 2CO^2 + 2H^2O + CH^2O + O^2.$$

» Je ferai remarquer que la présence d'eau oxygénée dans les plantes a déjà été signalée par M. Wurster (*Ber. deutsch. C. G.*, t. XIX, p. 3195; t. XXI, p. 1525). Il est vrai que les faits relatés par M. Wurster ont été interprétés d'une manière toute différente par M. Borkony (*ibid.*, t. XXI, p. 1101). Mais les arguments de celui-ci ne me paraissent pas concluants.

» Pour opérer *in vitro* la décomposition de l'acide carbonique, il faut : 1° immobiliser et éliminer de la sphère de la réaction au moins un des deux produits de déboublement, soit aldéhyde formique, soit acide percarbonique = oxygène actif; 2° employer des substances qui absorbent au moins une partie des radiations susmentionnées.

» Je ne rapporterai ici que les expériences que j'ai faites avec l'acétate

d'urane comme ayant donné les résultats les plus intéressants au point de vue de la vérification expérimentale de mon hypothèse. J'ai choisi un sel d'urane : 1° parce que les sels de ce métal constituent, en solution aqueuse, un réactif très sensible de l'eau oxygénée; 2° parce qu'ils absorbent une partie de la radiation du côté violet du spectre, c'est-à-dire dans la partie du spectre qui correspond à l'un des deux maxima de décomposition de l'acide carbonique par les plantes. Tout dédoublement de l'acide carbonique, dans le sens de mon hypothèse, devrait donc s'accuser par la formation d'un précipité de peroxyde d'urane.

» J'ai fait passer un courant d'acide carbonique bien épuré dans deux flacons contenant chacun une solution à 1,5 pour 100 d'acétate d'urane et exposés aux rayons directs du soleil. Le premier de ces flacons a été enveloppé de papier noir, de façon à intercepter toute la radiation. Une portion de la même solution, placée dans un flacon bouché, a été exposée au soleil en même temps que les deux autres. Dans les nombreuses expériences que j'ai faites avec un appareil ainsi disposé, j'ai chaque fois constaté que, vingt à trente minutes après le commencement de l'opération, la solution jaune et limpide contenue dans le flacon éclairé commençait à se troubler et prenait une teinte plus ou moins verdâtre. Au bout d'un certain temps, le trouble s'accentuait et, si l'on arrêtait le courant d'acide carbonique, il se formait un dépôt peu considérable, en partie brun clair, en partie brun violacé qui, transporté sur le filtre et lavé, prenait une coloration violette. Abandonné à lui-même sur le filtre, il se colorait en jaune et se transformait en hydrate uranique. Il se dissolvait dans l'acide acétique en laissant sur le filtre une tache brunâtre qui était insoluble dans un excès d'acide acétique, mais disparaissait par l'addition d'une goutte d'acide chlorhydrique. C'était donc un mélange d'hydrates uranique et uraneux, analogue à celui qui s'obtient en exposant au soleil une solution d'oxalate d'urane. C'est tout au plus si ce précipité contenait une trace de peroxyde d'urane, comme le ferait supposer la présence de la tache brunâtre insoluble dans l'acide acétique. *Dans le flacon enveloppé de papier gris et dans le flacon témoin bouché, la solution est restée parfaitement limpide et n'a rien laissé déposer*. Comment interpréter ces faits? Il est évident que la formation du précipité ne pouvait être attribuée qu'à l'action combinée de la radiation et de l'acide carbonique, puisque, à l'abri de la radiation ou en l'absence de l'acide carbonique, la solution n'a subi aucune modification.

» Au point de vue de mon hypothèse, la transformation de l'acétate

d'urane s'expliquerait très bien, si le précipité était constitué par du peroxyde d'uranium. L'acide carbonique se dédoublerait en aldéhyde formique et acide percarbonique qui formerait du percarbonate d'urane peu soluble dans l'acide acétique. Ce percarbonate se décomposerait ensuite en anhydride carbonique et peroxyde d'uranium. Mais comment expliquer alors la réduction de ce dernier en hydrates uranique et uraneux? Le gaz qui sortait de l'appareil était entièrement absorbable par la potasse et ne contenait pas trace d'oxygène. La réduction ne pouvait donc pas avoir été due à un dédoublement de peroxyde avec mise en liberté d'oxygène. Je crois avoir résolu cette question d'une manière assez satisfaisante. L'aldéhyde formique étant un puissant réducteur, j'ai pensé que le peroxyde d'urane formé pourrait avoir été réduit en majeure partie par cette substance avec formation d'oxydes inférieurs. En effet, en exposant au soleil, dans un tube à essai, du peroxyde obtenu en précipitant la solution d'acétate d'urane par une ou deux gouttes d'eau oxygénée et additionnée ensuite d'une ou deux gouttes d'aldéhyde formique, le précipité jaune clair a pris une nuance verdâtre et a fini par se transformer en une substance brun violacé entièrement soluble dans l'acide acétique. Le peroxyde non additionné d'aldéhyde reste insoluble dans l'acide acétique et ne change pas de couleur, même après quelques jours d'exposition au soleil. Je suis donc, dans une certaine mesure, autorisé à admettre que le peroxyde d'uranium résultant du dédoublement de l'acide carbonique subit, dans une réaction secondaire, une réduction sous l'influence de l'aldéhyde formique. De cette façon, mon hypothèse se trouve en accord avec les résultats des expériences que je viens de décrire. Certes, je n'ai pas la prétention de considérer ces résultats comme absolument concluants. Il me suffit qu'ils marquent une étape dans la voie, bien longue et hérissée de difficultés, de la vérification expérimentale de mon hypothèse (¹). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la migration de la fécule de pomme de terre dans les tubercules à repousses.* Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Duchartre.

« Les conditions anormales dans lesquelles, en 1892, les tubercules de la Pomme de terre se sont développés m'ont fait reconnaître un curieux

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.

phénomène de migration de la fécule qui, se produisant en pleine pratique agricole, vient augmenter l'intérêt des faits récemment observés par M. Prunet, répétiteur à la Faculté des Sciences de Toulouse ([1]).

» M. Prunet, en comparant entre eux des tubercules germés et non germés, a constaté que dans les premiers la partie d'où les jeunes tiges émergent est plus riche en produits alibiles, et notamment en fécule, que la partie opposée; les différences constatées pour la fécule ont été, en certains cas, de 4,2 pour 100. De ces observations et d'autres non moins intéressantes, M. Prunet a conclu qu'au cours de la germination ces matières nutritives émigrent des régions où elles étaient en réserve vers celles où la vie se manifeste.

» C'est un phénomène de migration tout semblable, mais d'une étendue beaucoup plus grande que révèle l'étude des tubercules à repousses ou tubercules *mèrés*, dont les conditions météorologiques de 1892 ont, dans bien des cultures, déterminé la fâcheuse formation.

» Pendant les mois d'avril, de mai et de juin, une grande sécheresse a sévi sur ces cultures; au mois de juillet, c'est-à-dire au moment où les tubercules se forment, cette sécheresse subsistait encore, et, sauf de rares interruptions, elle s'est prolongée jusqu'au milieu du mois d'août. Aussi, à cette époque, c'est à peine si, dans les terrains perméables et souffrant de la soif, on trouvait au pied de chaque touffe quelques petits tubercules de forme régulière, mais ne pesant pas plus de 50^{gr} à 60^{gr}.

» Cet état de choses, cependant, devait bientôt changer; en septembre, et surtout au commencement d'octobre, des pluies abondantes succédaient à la sécheresse; sous l'influence de ces pluies, les petits tubercules prenaient, tout d'un coup, un développement considérable; au sommet de chacun d'eux, le bourgeon terminal donnait naissance à une repousse souvent énorme, faisant passer leur poids de 50^{gr} ou 60^{gr} à 300^{gr} et 400^{gr}, et leur imposant la forme bien connue de sablier qui caractérise les tubercules *mèrés*.

» Soumis à l'analyse, tous ces tubercules à repousse se sont montrés exceptionnellement pauvres en fécule; dans les variétés à grande richesse, leur teneur, souvent, s'est abaissée de 20 pour 100 (taux normal) à 13 et même 12 pour 100.

» Frappé de cette anomalie et réfléchissant aux conditions dans lesquelles ces tubercules *mèrés* s'étaient développés, j'ai eu la pensée de sou-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1079.

mettre séparément à l'analyse les deux parties d'un même tubercule, d'un côté celle qui, formée par le tubercule primitif, avait joué le rôle de *mère*, d'un autre la repousse, et j'ai ainsi reconnu, entre ces deux parties, sous le rapport de la teneur en fécule, des différences souvent énormes.

» C'est ce que montrent les chiffres inscrits au Tableau ci-dessous, qui pour un même tubercule donnent le poids et la richesse, d'un côté de la mère, d'un autre de la repousse.

	Tubercules primitifs ou mères.			Repousses.		
	gr		pour 100	gr		pour 100
Variété Géante bleue.......	80	titrant	4,0	103	titrant	9,0
	149	»	1,0	150	»	8,5
	110	»	1,2	165	»	8,6
Variété *Richter's Imperator*.	173	»	1,5	160	»	10,0
	113	»	5,6	175	»	12,2
	50	»	0,9	108	»	14,9
Variété *Red skinned*.......	112	»	2,1	167	»	15,2
	115	»	6,4	108	»	11,5
	71	»	1,2	122	»	13,3
Variété *Idaho*.............	180	»	7,7	74	»	20,1

» Les différences, dans le pourcentage de la fécule, s'élèvent en certains cas, de la mère à la repousse, jusqu'à 12 et 13 pour 100; or, les tubercules primitifs, pendant la période de sécheresse, étaient riches à 13 et 14 pour 100 de fécule; ils ont donc bien, vis-à-vis des repousses, joué le rôle de *mères* et se sont, au profit de celles-ci, vidés de la fécule qu'ils contenaient; cette fécule, comme dans les observations dues à M. Prunet, a émigré vers les repousses en voie de formation.

» L'étude microscopique des tubercules *mères* m'a permis de le démontrer avec une grande netteté. En des points successifs, sur la longueur de ces tubercules, j'ai détaché des coupes du tissu et j'ai ainsi reconnu qu'auprès de l'ombilic les cellules sont absolument vides de fécule, qu'à moitié de la longueur elles en contiennent encore quelques grains, qu'au sommet elles en sont bondées. Mieux encore, j'ai pu établir que, dans tout tubercule de cette sorte, il existe une zone dans laquelle les rares grains de fécule, retenus encore dans les cellules, montrent par leur déformation qu'ils sont en voie de dissolution et prêts à prendre leur forme de voyage.

» Si, par exemple, on considère un tubercule de $0^{m},16$ de longueur, comme celui que représente, à demi-grandeur, la photographie que j'ai

l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, et si, sur ce tubercule, on fait des coupes successives en marchant de l'ombilic vers le sommet, on observe les résultats suivants :

» 1° *A l'ombilic*, cellules à parois épaisses, entièrement vides de fécule.

» 2° *A* 1cm *de l'ombilic*, cellules à parois minces, entièrement vides de fécule.

» 3° *A* 3cm *de l'ombilic*, dans les cellules, à peu près vides, subsistent encore quelques grains déformés.

» 4° *A* 6cm *de l'ombilic*, au point de jonction de la mère et de la repousse, les cellules sont à moitié remplies de grains de fécule, petits, mais de forme régulière.

» 5° *A* 9cm *de l'ombilic*, au tiers de la repousse environ, les cellules sont presque entièrement remplies de grains de taille ordinaire.

» 6° *A* 15cm *de l'ombilic*, près du sommet, les cellules sont à l'état normal et bondées de fécule.

» C'est donc chose certaine que la fécule logée à l'origine dans les cellules des tubercules primitifs s'est, au fur et à mesure que les repousses se développaient, solubilisée et dirigée vers les cellules de ces repousses mêmes pour les remplir et s'y fixer sous forme normale.

» En étudiant, d'ailleurs, sous un plus fort grossissement, les grains de fécule retenus encore dans les cellules qui se vident, on est frappé de l'aspect singulier qu'ils présentent. Usée par la surface, mais dans une mesure inégale pour les couches denses et pour les couches spongieuses, la matière amylacée affecte alors des formes bizarres, irrégulières, qui, quelquefois, rappellent la forme d'un tire-bouchon. Sur la transformation de ces grains altérés, sur le mécanisme d'où leur dissolution résulte, je n'insisterai pas; je me contenterai de les avoir signalés aux physiologistes en leur laissant le soin de poursuivre l'étude de ces phénomènes remarquables. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Sur le fer météorique d'Augustinowka (Russie).* Note de M. **Stanislas Meunier**.

« L'Institut impérial des mines de Saint-Pétersbourg possède depuis un assez long temps un bloc natif de 25 pounds environ et qui provient du lœss d'Augustinowka, gouvernement d'Ekaterinoslaw.

» Ce spécimen, qui tire de son gisement dans le limon quaternaire un intérêt tout à fait particulier, n'a pas encore été étudié; aussi ai-je été bien aise de me trouver en possession, à la suite de circonstances spéciales, d'un petit lot de la matière oxydée qui l'enveloppe de toutes parts.

En attendant des notions plus complètes, je crois utile de résumer ici, en quelques lignes, le résultat de l'examen auquel je viens de procéder.

» Telle que je l'ai reçue, la matière consiste en écailles ocreuses dont les plus grandes mesurent 25^{mm} à 28^{mm} de largeur et 2^{mm} à 3^{mm} d'épaisseur. Les plus nombreuses sont très petites et avec elles se trouve beaucoup de poussière fine. Une de ces écailles, et des plus grandes, est formée de petites couches superposées, courbes et rappelant intimement, malgré leur état oxydé, la structure ordinaire des fers météoriques qui donnent par les acides de belles figures de Widmannstætten.

» Les écailles ocracées donnent, par friction sur le biscuit de porcelaine, la trace brunâtre ordinaire de la limonite. On y voit à la loupe, et même à l'œil nu, en quelques points, des paillettes d'un blanc d'argent qui précipitent le métal d'une solution de sulfate de cuivre. Ces paillettes sont très attirables à l'aimant et communiquent des propriétés magnétiques intenses aux écailles tout entières. Elles sont insolubles dans l'acide chlorhydrique qui les sépare du fer oxydé, mais l'eau régale les fait très rapidement disparaître; la liqueur ainsi obtenue donne par le molybdate d'ammoniaque le précipité jaune caractéristique de l'acide phosphorique. D'autres essais concourent avec celui-ci pour montrer que la matière métallique consiste en *schreibersite*. C'est l'un des composés les plus caractéristiques des météorites.

» Dans l'écaille complexe mentionnée tout à l'heure, on voit que c'est la schreibersite interposée entre des lames de limonite qui donne à l'échantillon sa structure si caractéristique.

» La solution chlorhydrique fournie par les écailles laisse un résidu comprenant, outre la schreibersite, de très petits grains silicatés colorés par l'oxyde de fer. Cette solution privée de fer par le carbonate de baryte, puis de la baryte par l'acide sulfurique, donne avec la plus grande netteté les réactions caractéristiques du nickel. Traitées par l'eau bouillante, les écailles abandonnent une quantité sensible de chlorures solubles.

» Une analyse faite sur 1^{gr} de matière a donné :

Sesquioxyde de fer	0,880
Protoxyde de nickel	0,132
Schreibersite	0,038
Résidu insoluble et non magnétique	0,021
	1,071

» En même temps que la matière ocreuse, j'ai reçu un tout petit frag-

ment portant cette mention : « Grains verts qu'on trouve dans le fer » d'Augustinowka. Ces grains sont rares; on ne les a pas examinés : peut- » être olivine ou oxydule de fer? » Je me suis assuré qu'ici encore il s'agit d'un produit d'altération du fer météorique. Les grains en question, d'un vert assez foncé, sont immédiatement solubles dans l'eau froide. La solution contient de l'acide sulfurique et du protoxyde de fer. Ils dérivent probablement de pyrrhotine ou d'un autre sulfure.

» En résumé, les faits qui précèdent suffisent pour démontrer l'origine météoritique parfaitement authentique du fer d'Augustinowka, dont la chute doit remonter à une haute antiquité et peut-être à la période quaternaire. Ils font désirer qu'on puisse étudier les parties non étudiées et encore métalliques de cette masse. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence du milieu sur la respiration chez la grenouille.* Note de M. **A. Dissard**, présentée par M. Ch. Bouchard.

« La biologie des amphibiens, soumise à des variations considérables, permet d'étudier l'influence comparative des différents milieux sur les fonctions physiologiques. La grenouille vit indifféremment dans l'air ou dans l'eau; dans ce dernier milieu l'hématose se faisant surtout par la peau, dans le premier par les poumons. C'est la suppléance de ces deux organes qu'il s'agit de fixer et de mesurer quantitativement. Comment dissocier les deux phénomènes?

» Déjà Duméril avait asphyxié des grenouilles en leur tenant la bouche ouverte par un obstacle; il empêchait ainsi la déglutition, et par suite l'arrivée de l'air dans les poumons. Plus tard Regnault et Reiset mesurèrent comparativement l'oxygène absorbé par des grenouilles avant et après l'énucléation totale des poumons. Ces procédés, repris pour ces expériences, n'ont donné que des résultats incomplets auxquels il est permis de faire de nombreuses critiques. Le procédé de Duméril permet à l'animal de respirer encore un certain temps au moyen de l'air résiduel contenu dans ses poumons. L'ablation des poumons s'accompagne d'une hémorragie extrêmement abondante.

» Pour éliminer l'hématose cutanée, on fait des ligatures sur les deux artères cutanées, près de leur origine sur les artères pulmonaires. Des ligatures portent également sur les veines cutanées.

» Pour éliminer l'hématose pulmonaire, on produit l'occlusion des

veines et artères pulmonaires par une ligature portant sur le sommet de chacun des poumons.

» Les résultats obtenus en mettant des animaux, ainsi préparés, dans l'air sec et dans l'air humide, sont consignés dans le Tableau ci-dessous. Les chiffres expriment en grammes et par kilogramme d'animal l'excrétion d'acide carbonique pendant une heure :

	Air sec.	Air humide.	Eau.
Grenouille normale	0,094	0,084	0,076
Grenouille après élimination de la respiration cutanée	0,062	0,068	0,035
Grenouille après élimination de la respiration pulmonaire	0,049	0,051	0,0605

» En étudiant la survie de ces animaux, suivant le milieu, on obtient :

	Air.	Eau.
Grenouille après élimination de la respiration cutanée	11 jours	26 heures
Grenouille après élimination de la respiration pulmonaire	19 heures	7 jours

» *Conclusions.* — La respiration chez la grenouille normale diminue à mesure qu'augmente l'état hygrométrique. Elle est minimum dans le milieu liquide.

» La ligature des artères pulmonaires, la ligature des artères cutanées, diminuent dans tous les cas le CO^2 excrété. Cette diminution devient considérable dans le milieu liquide pour le cas de la ligature des artères cutanées et dans le milieu aérien pour la ligature des artères pulmonaires.

» Je me propose de déterminer principalement chez les différents types de batraciens les faits du même ordre que ces animaux peuvent présenter [1]. »

PHYSIOLOGIE. — *Action de l'oxygène et de l'air comprimés sur les animaux à sang chaud.* Note de M. G. **Philippon**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« J'ai eu déjà l'honneur d'adresser l'an dernier à l'Académie des Sciences deux Communications sur ce sujet.

[1] Travail du laboratoire de M. le professeur Bouchard.

» Dans la première, je décrivais l'appareil au moyen duquel j'ai pu répéter facilement les expériences de Paul Bert sur la décompression; dans la seconde, j'indiquais quelques résultats nouveaux obtenus sur des mammifères, à l'aide de cet appareil.

» Parmi les expériences que j'ai réalisées depuis, j'en décris ci-après deux, sans en tirer des conclusions qui pourraient être prématurées.

» *Expérience I.* — Un canard est placé dans l'oxygène comprimé à la pression de 6^{atm}, il y séjourne un quart d'heure. Des expériences préalables ont prouvé que, en moins de vingt minutes, les animaux appartenant à cette espèce mouraient dans l'oxygène comprimé à moins de 6^{atm}; si on les retirait après un quart d'heure, ou bien ils mouraient en quelques minutes, après une série de convulsions, ou bien ils manifestaient des troubles graves et mouraient bientôt.

» Après un quart d'heure de séjour dans l'oxygène comprimé à 5^{atm}, je pratique la décompression brusque. Sans inconvénient ici, la décompression brusque permet de hâter la fin de l'expérience, ce qui est nécessaire, surtout si l'animal a eu des convulsions annonçant son agonie. Grâce à un dispositif que je ne décris pas dans la présente Note, je fais aussitôt remonter la pression à 5^{atm} dans le récipient en y injectant de l'air. Je pratique ensuite la décompression lente, décompression qui, pour ne pas être funeste, doit durer de cinq à six minutes. L'animal sort bien portant de l'appareil et aucun accident consécutif n'est constaté, dans la suite.

» *Expérience II.* — Un canard est placé dans l'air comprimé à la pression de 5^{atm}, pendant un quart d'heure. Décompression brusque mortelle, si l'expérience en restait là. Injection immédiate d'oxygène dans le récipient; la pression remonte à 5^{atm}. Décompression brusque. L'animal est retiré bien portant de l'appareil.

» Les deux expériences précédentes ont été répétées sur des mammifères et ont donné des résultats similaires. En employant un appareil de verre j'ai pu en suivre les différentes phases, dans le cas de petits animaux (souris, moineaux, etc.), mais je réserve ces dernières observations pour en faire l'objet d'une Communication spéciale.

» J'ai dit ne pas vouloir formuler de conclusions relatives aux deux expériences décrites précédemment, craignant qu'elles ne soient encore prématurées; je ne puis pourtant retenir l'une des réflexions que la première m'a suggérées.

» Si l'action de l'oxygène comprimé détermine chez les animaux à sang chaud des produits nocifs, ils sont bien peu stables pour qu'en présence d'air comprimé seulement ils semblent détruits (¹). »

(¹) Ce travail a été fait dans le laboratoire de Physiologie générale du Muséum.

ZOOLOGIE. — *Sur les nerfs oculaires du Spondylus gæderopus.* Note de M. **Joannes Chatin**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Le manteau du *Spondylus gæderopus* porte des yeux dont les nerfs méritent une égale attention, au point de vue anatomique comme au point de vue histologique.

» Pour faire comprendre l'intérêt des dispositions qui vont être exposées, qu'il me soit permis de rappeler la série de recherches que j'ai consacrées, en 1877, aux yeux des Pectinides. Elles n'ont pas seulement fait connaître la curieuse structure de la rétine dont les bâtonnets sont orientés de dedans en dehors et non de dehors en dedans, comme chez les autres Invertébrés, singulière exception, d'abord accueillie avec surprise, maintenant partout admise et figurée : elles m'ont, en outre, conduit à déterminer exactement le rôle et le mode de distribution des nerfs oculaires.

» Réunissant sous le nom de *nerfs optiques* l'ensemble des branches nerveuses qui se rendent à chaque organe visuel, les auteurs semblaient ne les mentionner que pour les invoquer à l'appui des conceptions physiologiques les plus bizarres (théorie de la double rétine interne et externe, etc.); je montrai qu'en réalité chaque région oculaire reçoit deux ordres de nerfs qui restent unis jusqu'à la base de l'organe : 1° un *nerf optique* seul, destiné aux éléments excitables de la rétine; 2° des *nerfs ophtalmiques,* innervant les parties périphériques et surtout les papilles périoculaires dont j'établis le mode de fonctionnement.

» Or, chez le *Spondylus gæderopus,* on retrouve bien ces deux ordres de nerfs; mais, loin de se confondre en un tronc commun, ils cheminent isolément et naissent séparément du nerf circumpalléal. Il eût suffi d'examiner un tel type pour apprécier immédiatement l'exacte valeur des divers nerfs oculaires.

» Ceux-ci ne sont pas moins intéressants dans leur structure intime que dans leur mode de distribution et dans leur rôle.

» Lorsque l'on traite par l'acide osmique une coupe passant par une région oculaire, on voit bientôt le nerf optique se teinter en noir; dès qu'on analyse les causes de cette imprégnation, on constate qu'elle est due à l'existence d'un véritable manchon de myéline. Au contraire, les nerfs ophtalmiques ne revêtent jamais, dans les mêmes circonstances, une pareille coloration; à peine y peut-on observer une légère teinte ombrée.

» Voilà donc un nouvel exemple de la présence de la myéline chez les Invertébrés; il est ici d'autant plus remarquable qu'il concerne un Lamellibranche. J'ai montré, il y a une dizaine d'années ([1]), suivant quel processus la myéline peut apparaître chez certains de ces Mollusques, s'y esquissant sous forme de granulations isolées. J'exprimais alors l'opinion qu'on aurait vraisemblablement, tôt ou tard, l'occasion de l'y observer à son maximum de développement, formant autour de la fibre nerveuse une gaine continue. Cette prévision se trouve aujourd'hui pleinement réalisée.

» Une autre considération découle de la présence d'un manchon de myéline dans le nerf optique du Spondyle. Si l'on se reporte aux rares exemples bien avérés d'une gaine médullaire chez les Invertébrés, on les voit représentés par les nerfs ocellaires de certains Insectes et par le nerf tentaculaire des Héliciens. Or ce sont des nerfs de sensibilité spéciale, comme le nerf optique du *Spondylus gœderopus*, rapprochement digne d'attention et qui montre quel intérêt s'attache à l'histologie comparée de la fibre nerveuse. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur la fragmentation parthénogénésique des ovules des Mammifères pendant l'atrésie des follicules de Graaf.* Note de M. **L.-F. Henneguy**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Les recherches de Pflüger, Spiegelberg, Waldeyer, Slavjansky et de beaucoup d'autres auteurs plus récents, ont établi que dans l'ovaire des Mammifères un grand nombre de follicules de Graaf n'arrivent pas à maturité et subissent une régression, qui amène la disparition du follicule et de son contenu. Cette atrésie, normale et physiologique, peut se faire par des processus différents, soit par dégénérescence graisseuse, soit par dégénérescence hyaline, soit par atrophie simple. Flemming, en 1885, a fait connaître, sous le nom de *dégénérescence chromatolytique*, des phénomènes très intéressants dont peuvent être le siège l'ovule et les cellules épithéliales du follicule; il a constaté que, dans celles-ci, la chromatine du noyau se condense en grains irréguliers, se disperse dans la cellule dont le corps protoplasmique finit par disparaître en se liquéfiant; dans l'ovule, il a vu, à la place de la vésicule germinative, apparaître un fuseau de direction et se produire quelquefois une sorte de globule polaire.

([1]) *Comptes rendus*, séance du 26 juin 1882.

» Mes observations sur les ovaires de différents Mammifères, Rat, Souris, Chatte, Rhinolophe, m'ont montré que la chromatolyse dans les ovules peut s'accompagner d'une fragmentation du vitellus, déjà signalée par Pflüger, qui, dans certains cas, ressemble à une véritable segmentation.

» A côté de follicules renfermant un ovule qui présente un fuseau de direction, on en trouve d'autres dans lesquels l'ovule a perdu, entièrement ou en partie, sa zone pellucide, et dont le vitellus est divisé en quatre, cinq, six segments tantôt à peu près égaux, tantôt de volume très différent. Plusieurs de ces fragments renferment des éléments chromatiques répartis très irrégulièrement. Dans quelques-uns on reconnaît un noyau à contour net, dont la chromatine condensée tapisse la face interne de la membrane d'enveloppe, ou est dispersée, au contraire, dans le suc nucléaire sous forme de fines granulations isolées. Dans d'autres, on trouve de petits chromosomes arrondis, disposés en plaque équatoriale au milieu d'un fuseau achromatique. D'autres segments, enfin, ne contiennent aucun élément chromatique.

» La fragmentation du vitellus ne paraît pas se faire par une bipartition répétée, comme dans la segmentation normale, mais plutôt par gemmation. Bien que cette fragmentation soit précédée de celle de la vésicule germinative, les deux phénomènes sont indépendants, ainsi que le prouve l'existence de segments dépourvus d'éléments nucléaires.

» La chromatine de la vésicule germinative se résout en petites masses irrégulières qui se dispersent dans le vitellus, de même que dans la chromatolyse des cellules folliculaires. Chaque masse chromatique se comporte alors comme un petit noyau et donne naissance à une figure karyodiérétique rudimentaire, composée d'un petit nombre de chromosomes et d'un nombre correspondant de filaments achromatiques. Je n'ai pu découvrir de centrosomes en rapport avec les masses chromatiques ou avec les fuseaux achromatiques.

» A un stade plus avancé de l'atrésie folliculaire, le vitellus de l'ovule est divisé en un grand nombre de petits segments, dans lesquels les éléments chromatiques ont disparu et qui deviennent la proie de phagocytes, cellules épithéliales du follicule et leucocytes. Ces phagocytes se transforment ultérieurement en un nodule de tissu conjonctif.

» Quelques ovules, d'apparence normale ou manifestement en voie de chromatolyse, présentent une structure de vitellus tout à fait particulière. Le contenu de l'œuf, au lieu d'être formé par un protoplasma finement

granuleux ou réticulé, suivant le procédé de fixation employé, est constitué par une quantité considérable de petits bâtonnets orientés dans tous les sens, mais souvent parallèles entre eux, au nombre de trois ou quatre, et réunis en faisceaux ayant l'apparence de petits fuseaux achromatiques dépourvus de chromosomes. Examinés à un fort grossissement, ces bâtonnets paraissent être formés de granulations disposées en série. Cette structure du vitellus, qui peut s'observer dans l'atrésie folliculaire avec fragmentation de l'ovule, doit être considérée comme un mode spécial de dégénérescence.

» Mes observations sur la dégénérescence des ovules des Mammifères confirment et étendent celles de Flemming et de Schottländer. Elles établissent que l'ovule des follicules en voie d'atrésie peut présenter, non seulement une maturité précoce, se traduisant par l'apparition d'un fuseau directeur et d'un globule polaire, mais aussi un commencement de segmentation irrégulière, parthénogénésique. Elles offrent également un certain intérêt au point de vue cytologique; elles montrent que la substance chromatique du noyau, dispersée dans le cytoplasma, continue à exercer une action sur ce dernier : chaque fragment chromatique se comporte comme un petit noyau rudimentaire pouvant donner une figure karyodiérétique. En l'absence de centrosomes, les chromosomes deviennent des centres d'attraction et d'orientation pour les filaments achromatiques (1). »

M. G. **Hinrichs** adresse une Note ayant pour titre : « Détermination du poids atomique véritable du soufre par la méthode limite ».

M. H. **Hermite** adresse un Mémoire sur « la dynamique de l'atmosphère ».

M. L. **Sandras** adresse une réclamation de priorité relative aux applications directes de pétrole et d'essence de térébenthine sur les fausses membranes diphtériques.

---

(1) Travail du laboratoire de M. Balbiani, au Collège de France.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 mai 1893.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série, t. XVII. Mars 1893. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 fasc. in-8°.

Dictionnaire pour la correspondance télégraphique secrète et économique, par P. Mignon. Paris, Michelet, 1893; 1 vol. in-8°,

Le problème de la direction des ballons, par Rodolphe Soreau, ingénieur, ancien élève de l'École Polytechnique. (Extrait des *Mémoires de la Société des ingénieurs civils de France*. Paris, Michelet, 1893.

Comité international des Poids et Mesures. Procès-Verbaux des séances de 1892. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. in-8°.

Archives du Musée Teyler. Série II, vol. IV. Première Partie. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 fasc. in-4°.

Congrès internationaux d'Anthropologie et d'Archéologie préhistorique et de Zoologie, à Moscou, le 10/22 18/30 *août* 1892. Matériaux réunis par le Comité d'organisation des Congrès concernant les expositions, les excursions et les rapports sur les questions touchant les Congrès. Première Partie. Moscou, 1893; 1 vol. in-4°.

Memoirs of the american Academy of Arts and Sciences. Vol. XII, n° 1. Cambridge, J. Wilson and son, 1893; 1 vol. in-4°.

Annuario della R. Università degli studi di Padova per l'anno scolastico 1892-93. Padova, 1893; 1 vol. in-8°.

Observations made at the magnetical and meteorological observatory at Batavia, published by order of the Government of Netherlands India, under the direction of Dr J.-P. Van der Stok. Vol. XIV, 1891. Batavia, 1892; 1 vol. in-f°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 MAI 1893.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Tome LXX, Ire et IIe Parties; t. LXXI, Ire, IIe et IIIe Parties; t. LXXII, Ire et IIe Parties. Paris, Imprimerie nationale, 1892; 7 vol. in-4°.

Trois pages de la vie d'un ingénieur, de Montluisant (C.-L.-J.). Toulon, 1825-1835; Alger, 1835; Marseille, 1836-1848, par le général de division DE MONTLUISANT. Valence, J. Céas et fils, 1892; 1 vol. gr. in-4°.

Notice biographique sur le général de division Treüille, baron de Beaulieu, par son adjoint et élève le général de division DE MONTLUISANT. Valence, J. Céas et fils, 1892; 1 vol. in-4°.

Recherches sur les Planariés et les Némertiens de l'Amérique du Nord, par le D^r Ch. Girard; 1 fasc. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents relatifs à l'art des constructions et au service de l'ingénieur, etc. Paris, Vve Ch. Dunod, 1893; 2 vol. in-8°.

Découverte des lois de la progression morbide. Les causes de la décadence physique et morale. Moyens d'y remédier, par E. GLAIZE. Paris, O. Doin, 1892; 1 vol. in-12.

La Médecine de colonisation en Algérie, par BENJAMIN MILLIOT. Bône, 1893; 1 vol. in-12.

Annales de la Société malacologique de Belgique. Tome XV (deuxième série, t. V), fasc. II. Année 1880. Bruxelles, P. Weissenbruch; 1 vol. gr. in-8°.

Description de la faune jurassique du Portugal. Mollusques, Lamellibranches, par PAUL CHOFFAT. Lisbonne, 1893; 1 br. gr. in-4°.

Bulletin mensuel de l'observatoire météorologique de l'Université d'Upsal, Vol. XXIV, année 1892, par le Dr H. HILDEBRAND HILDEBRANDSSON. Upsal, Edv. Berling, 1892-93; 1 br. in-4°.

Saggio d'una nuova teoria della resistenza dei ponti e delle lombe al moto dell'acqua per l'ing. TOMMASO MONTANARI (con Tavole). Milano, 1892; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Boussinesq.)

Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere. Heraus-

gegeben von JAC. MOLESCHOTT. XV. Band, erstes Heft. Giessen, 1893; 1 br. in-8°.

Regenwaarnemingen in nederlandsch Indië. Dertiende Jaargang, 1891, door Dr J.-P. VAN DER STOK, directeur van het observatorium te Batavia. Batavia, 1892; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 24 avril 1893.)

Note de M. *Georges Lemoine*, Étude des dissolutions de chlorure ferrique et d'oxalate ferrique :

Page 881, ligne 3 en remontant, *au lieu de* KOH, *lisez* KO, HO.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 23 MAI 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de M. *Kummer*, l'un de ses Associés étrangers, décédé à Berlin, le 14 mai dernier.

Notice sur les travaux de M. Kummer,
par M. **Hermite**.

« La vie scientifique de l'illustre géomètre a été remplie par des travaux qui laisseront dans la Science une trace impérissable.

» En Analyse, on lui doit des recherches approfondies sur la série hy-

pergéométrique, les intégrales définies, la fonction eulérienne et l'évaluation numérique des séries lentement convergentes.

» En Géométrie, M. Kummer a le premier considéré une surface de quatrième ordre extrêmement intéressante à laquelle son nom est attaché et qui a été le sujet de nombreux et importants travaux.

» En Algèbre, il a obtenu, sous la forme d'une somme de sept carrés, le discriminant de l'équation du troisième degré qui donne les axes principaux des surfaces du second ordre. Ce résultat, on ne peut plus remarquable, a été le point de départ du célèbre Mémoire de Borchardt sur l'équation analogue et plus générale dont dépendent les inégalités séculaires du mouvement des planètes.

» D'autres écrits concernent la théorie des systèmes de rayons rectilignes et la réfraction atmosphérique, mais c'est l'Arithmétique supérieure qui a la part la plus grande dans l'œuvre mathématique de notre Confrère.

» Les Mémoires sur les nombres complexes formés avec les racines de l'unité, la notion originale et profonde des facteurs idéaux, celle des classes non équivalentes, la détermination du nombre de ces classes par une extension des méthodes de Dirichlet, la découverte éclatante de la démonstration du théorème de Fermat pour tous les exposants premiers qui ont une certaine relation avec les nombres de Bernoulli, ont été accueillis par une admiration unanime. Ces recherches se placent avec celles de Dirichlet au premier rang, par leur importance et leur fécondité, dans la Science arithmétique de notre époque. L'Académie les a récompensées par le Grand Prix des Sciences Mathématiques; peu d'années après, M. Kummer devenait Correspondant dans la Section de Géométrie; il a été élu Associé étranger en 1868.

» La perte de l'illustre géomètre sera vivement ressentie dans tout le monde mathématique, et la sympathie de l'Académie se joindra aux regrets de ses amis et des admirateurs de ses travaux. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *de Gasparin*, Correspondant pour la Section d'Économie rurale, décédé le 9 mai dernier.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie cinétique des gaz.* Note de M. H. Poincaré.

« J'ai, dans une Communication précédente, exposé les défauts du raisonnement par lequel Maxwell cherche à établir la loi de la détente adiabatique; mais je n'ai pas expliqué quelles modifications il faut y apporter pour le rendre correct.

Reprenons l'équation (75) de Maxwell

$$\mathrm{N}\frac{\partial\overline{\mathrm{Q}}}{\partial t}+\frac{d}{dx}(\overline{\xi\mathrm{Q}}\mathrm{N})+\frac{d}{dy}(\overline{\eta\mathrm{Q}}\mathrm{N})+\frac{d}{dz}(\overline{\zeta\mathrm{Q}}\mathrm{N})=\mathrm{N}\frac{\delta\mathrm{Q}}{\delta t}.$$

» Nous avons vu qu'on pouvait faire, dans cette équation,

$$\mathrm{Q}=\frac{\mathrm{M}}{2}[(u+\xi)^2+(v+\eta)^2+(w+\zeta)^2]=\varphi,$$

mais qu'on ne pouvait pas y faire

$$\mathrm{Q}=(\beta-1)\frac{\mathrm{M}}{2}(\xi^2+\eta^2+\zeta^2).$$

» En revanche appelons H l'énergie de vibration d'une molécule, c'est-à-dire la force vive due au moment relatif de ses atomes par rapport à son centre de gravité, augmentée de l'énergie potentielle due aux attractions mutuelles de ces atomes.

» Bien que la valeur *moyenne* de H soit égale à

$$(\beta-1)\frac{\mathrm{M}}{2}(\xi^2+\eta^2+\zeta^2),$$

nous aurons le droit de faire $\mathrm{Q}=\mathrm{H}$; et, en effet, quand une molécule passe d'un élément de volume $d\tau$ dans un élément contigu $d\tau'$ en traversant l'élément de surface $d\omega$ qui les sépare, ainsi que je l'ai expliqué dans ma dernière Communication, la valeur de

$$(\beta-1)\frac{\mathrm{M}}{2}(\xi^2+\eta^2+\zeta^2)$$

change, mais celle de H ne changera pas.

» Rien ne s'oppose donc à ce que l'équation (75) s'applique à H ou à

$$\varphi+\mathrm{H}.$$

» Si les lois du choc appliquées par Maxwell dans le Mémoire cité étaient rigoureusement exactes, on devrait avoir

$$\delta\varphi = \delta H = 0.$$

» Il en résulterait que, dans la détente adiabatique, la valeur moyenne de H ne demeurerait pas égale à

$$(\beta - 1)\frac{M}{2}(\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2)$$

et que la détente adiabatique suivrait une loi différente de la loi expérimentale.

» Mais nous pouvons supposer, ce qui est plus conforme à la pensée de Maxwell, que ces lois ne sont qu'approximatives; alors $\delta\varphi$ n'est pas rigoureusement nul; cette quantité est seulement beaucoup plus petite que ne le serait, par exemple,

$$\delta\frac{M}{2}(u + \xi)^2.$$

» Ce qui est rigoureusement vrai c'est que

$$\delta(\varphi + H) = 0.$$

» On en conclut, en faisant $Q = \varphi + H$ dans l'équation (75),

$$N\frac{\partial(\varphi + H)}{\partial t} + \frac{d\overline{(\varphi + H)\xi}N}{dx} + \frac{d\overline{(\varphi + H)\eta}N}{dy} + \frac{d\overline{(\varphi + H)\zeta}N}{dz} = 0.$$

» Cette équation conduirait à la véritable loi adiabatique des gaz si l'on admet, conformément au principe de Boltzmann-Maxwell, que l'effet des chocs est de faire osciller H autour de

$$(\beta - 1)\frac{M}{2}(\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2). \text{ »}$$

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Note de* M. **Berthelot**, *accompagnant la présentation de son Ouvrage « Sur la Chimie au moyen âge ».*

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un nouvel Ouvrage que je viens de publier, sous le titre suivant : *Histoire des Sciences : La Chimie au moyen âge* [3 vol. in-4° (1)].

(1) Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Imprimerie nationale; chez Leroux.

» L'histoire de la Chimie est des plus intéressantes pour l'étude du développement de l'esprit scientifique : en effet, c'est par cette voie surtout que la méthode expérimentale a été introduite. La connaissance des méthodes et des idées des chimistes, dans le cours des siècles, constitue une véritable philosophie naturaliste, connexe avec la philosophie rationnelle et religieuse de leurs contemporains; mais la plupart des documents positifs et originaux qui la concernent, avant le XIVe siècle, sont demeurés jusqu'ici ignorés des historiens de la Science, parce qu'ils étaient contenus dans des manuscrits dont personne n'avait osé entreprendre la publication et l'interprétation. C'est cette œuvre que j'ai poursuivie depuis dix années, en remontant jusqu'aux origines authentiques de l'Alchimie, c'est-à-dire jusqu'au *Papyrus de Leyde*, que j'ai traduit et commenté, et jusqu'à la *Collection des anciens Alchimistes grecs*, que j'ai publiée, texte et traduction, avec le précieux concours de M. Ch.-Em. Ruelle.

» L'Ouvrage actuel forme la suite de cette publication : il concerne d'abord l'*Alchimie latine jusqu'au* XIVe *siècle*, étudiée dans mon *premier Volume*, sous le double rapport de la transmission directe des doctrines et pratiques chimiques dans l'Occident, et de l'intervention des traductions arabes et latines, à partir du XIVe siècle.

» L'*Alchimie syriaque*, qui a joué le rôle d'intermédiaire entre les auteurs grecs et les auteurs arabes, forme la matière d'un *second Volume*, composé entièrement de matériaux inédits et même inconnus jusqu'ici, que je publie aujourd'hui, texte et traduction, avec la collaboration d'un savant très autorisé, M. Rubens Duval, Membre de la Société asiatique.

» Ce volume est constitué, en majeure partie, par la traduction syriaque de textes grecs, congénères de la Collection des Alchimistes grecs, et en particulier par un grand ouvrage de Zosime perdu dans sa langue originale.

» Le *troisième Volume* est consacré à l'*Alchimie arabe*, qui peut être également regardée comme à peu près inconnue sous sa forme authentique, les textes essentiels de cette Alchimie dans leur langue originale, ceux de Djâber (le Geber latin) en particulier, n'ayant été jusqu'ici ni imprimés, ni traduits. Je les ai tirés des manuscrits de Paris et de Leyde, et je les publie avec la collaboration de M. Houdas, professeur à l'École des Langues orientales vivantes. Cette publication me paraît de nature à modifier profondément les opinions reçues sur la science chimique des Arabes. En effet, la comparaison des textes arabes actuels avec les textes latins prétendus traduits de l'arabe, en ce qui touche les œuvres de Geber

en particulier, montre que les ouvrages latins attribués à ce dernier sont entièrement apocryphes, ayant été fabriqués en Occident du XIIIe au XVIe siècle : cette fabrication a faussé toute l'histoire de la Science, en faisant attribuer jusqu'ici aux Arabes des découvertes dont on ne trouve aucune trace dans leurs écrits authentiques. Ceux-ci, en Chimie comme dans les autres Sciences, ne contiennent guère autre chose que les faits déjà rapportés par les Grecs.

» Je demande la permission d'entrer dans quelques détails plus circonstanciés sur le contenu des trois Volumes que j'offre à l'Académie.

» Le Tome Ier a pour titre spécial : *Essai sur la transmission de la Science antique au moyen âge; doctrines et pratiques chimiques*. J'y expose par quels intermédiaires la Chimie grecque a passé aux Occidentaux. La formation de l'Alchimie latine s'est opérée par deux voies différentes, dont une seule avait été signalée jusqu'à présent.

» J'ai examiné avec soin les traités des Arabes, héritiers de la science grecque, et dont les écrits ont été traduits en latin du XIIe au XIVe siècle; j'ai soumis ces traductions à un nouvel examen, en m'attachant à la fois aux collections imprimées du XVIe au XVIIIe siècle (*Theatrum chemicum, Bibliotheca chemica*, etc.) et aux Manuscrits inédits de la Bibliothèque nationale de Paris, lesquels fournissent des textes de date authentique, et non remaniés à diverses reprises pendant trois siècles, comme l'ont été trop souvent les œuvres imprimées.

» J'y ai retrouvé d'abord la trace des Grecs, représentée par des fragments souvent très étendus de textes grecs connus, qui ont traversé successivement deux traductions, l'une en arabe, l'autre en latin. Pour en mieux fixer l'époque et l'authenticité, j'ai comparé le contenu de ces traductions arabico-latines avec les écrits de date certaine publiés par Vincent de Beauvais et par Albert le Grand.

» Mais j'ai reconnu que les faits connus en Occident vers la fin du XIIIe siècle ont été transmis en majeure partie par une voie plus directe, quoique jusqu'ici inaperçue, et dont la découverte constitue l'une des parties les plus neuves de mon Ouvrage. En effet, les procédés et même les idées des alchimistes anciens avaient passé des Grecs aux Latins, dès le temps de l'empire romain, et ils s'étaient conservés, jusqu'à un certain point, à travers les âges de barbarie, par les traditions techniques des arts et métiers, traditions demeurées à peu près ignorées des historiens de la Chimie.

» C'est ce que j'établis par l'examen détaillé des Traités intitulés :

Compositiones et *Mappæ clavicula,* demeurés jusqu'ici en dehors de tous commentaires, et dont les manuscrits remontent aux VIIIe et Xe siècles, c'est-à-dire à une époque antérieure aux Arabes. Parmi les recettes exposées dans ces Traités, un certain nombre sont traduites littéralement des articles grecs du Papyrus de Leyde, découvert en Égypte au XIXe siècle, et de ceux des alchimistes grecs, que j'ai fait imprimer pour la première fois. Cette identité des recettes tirées d'Ouvrages aussi différents prouve qu'il existait, dès le temps de l'Empire romain, des cahiers d'arts et métiers, transmis de main en main par les orfèvres, métallurgistes, céramistes, etc., et qui se sont conservés dans les ateliers en Italie et en Gaule. C'est donc là l'une des sources fondamentales de la Chimie du moyen âge. J'ai terminé cette partie en retraçant le tableau réel des connaissances chimiques vers l'an 1300, et en y joignant la reproduction exacte des figures des appareils de cette époque dessinés dans les manuscrits contemporains.

» J'ai également publié dans ce Volume, d'après les manuscrits, le *Liber sacerdotum,* ouvrage technique inédit, et j'ai donné une nouvelle édition du célèbre *Liber ignium* de Marcus Græcus, d'après les manuscrits de Paris et de Munich, avec traduction et commentaires.

» Venons au Tome II, consacré à l'*Alchimie syriaque.* Il embrasse un sujet complètement nouveau. On sait que les Arabes n'ont pas connu les auteurs grecs directement, mais par l'intermédiaire des Syriens, qui avaient les premiers traduit les philosophes et les savants grecs dans une langue orientale. Les Sciences naturelles furent surtout étudiées aux IXe et Xe siècles, dans la célèbre École des Médecins syriens de Bagdad, attirés et protégés par les califes, leurs clients. Nous avons eu la bonne fortune de rencontrer au British Museum et à la Bibliothèque de l'Université de Cambridge des manuscrits alchimiques syriaques de cette époque. Ils reproduisent les signes et symboles des Grecs, à peu près sans changement, l'indication des figures des appareils, que j'ai fait reproduire, enfin, et surtout une suite de traités, traduits du grec, et portant entre autres les noms de Démocrite et de Zosime. Ils complètent, à cet égard, la Collection des Alchimistes grecs. Une partie considérable de l'œuvre de Zosime, aujourd'hui perdue en grec, se retrouve dans le texte syriaque : elle caractérise plus nettement encore ce personnage, demi-savant, demi-mystique, exposant des procédés techniques, suivis en Égypte, des descriptions minéralogiques, analogues à celles de Dioscoride. On y trouve, entre autres, la mention des voyages de l'auteur dans l'Archipel et à Chypre, et l'indication des livres

de falsification du temps, à l'usage des fabricants de drogues, des marchands de vin, d'huile et des autres arts (on voit que ce n'est pas là une chose moderne). En même temps, sont exposées des légendes singulières sur les anges séducteurs, qui ont enseigné les arts aux hommes, sur le livre *Chema,* sur une source d'étain liquide, en Occident, à laquelle on offrait une vierge, sur les miroirs d'électrum découverts par Alexandre et sur les talismans d'Aristote et de Salomon.

» Des fragments mystiques et magiques, un morceau contemporain de la lutte de l'hellénisme contre le christianisme, et des récits qui semblent empruntés aux contes de l'ancienne Égypte, se lisent à la fin des manuscrits de Cambridge : ils offriront sans doute quelque intérêt aux historiens.

» Mais il convient de nous attacher davantage à la seconde partie du manuscrit du British Museum, formée par un traité arabe, écrit en caractères syriaques, postérieur aux précédents, et qui semble contemporain des croisades. C'est une compilation, essentiellement pratique, d'articles de Chimie et de Minéralogie, congénère de certaines traductions latines, tels que le Traité de Bubacar (inédit). Elle constitue une véritable transition entre les ouvrages traduits du grec et les Traités arabes proprement dits. J'y signalerai un petit Traité de l'art du verrier, analogue à ceux d'Eraclius et de Théophile, des recettes de flèches incendiaires, pétards et artifices, similaires de Marcus Græcus, etc.

» C'est un devoir pour moi de déclarer ici comment, ayant été conduit à reconnaître l'existence de ces textes syriaques, d'après de courts fragments, j'ai eu recours à un savant spécial et d'autorité reconnue en ces matières, M. Rubens Duval, membre de la Société asiatique, qui a eu l'obligeance de faire copier, de collationner, de traduire lui-même littéralement les manuscrits et d'en publier le texte. J'ai revisé ces traductions, de façon à leur donner, autant que j'ai pu le faire, un sens intelligible au point de vue chimique et corrélatif avec la tradition des Alchimistes grecs. J'y ai joint une Introduction, relative à l'histoire de l'Alchimie syriaque et à l'analyse des Traités qui suivent.

» Un nouvel échelon dans l'histoire de la transmission de la Chimie antique étant ainsi posé, je me suis préoccupé du suivant, c'est-à-dire de l'*Alchimie arabe* proprement dite, renfermée dans le tome troisième.

» Aucun texte alchimique arabe n'ayant été jusqu'ici publié dans sa langue, la véritable science alchimique des Arabes doit être réputée à peu près inconnue. Pour la connaître, il fallait remonter aux manuscrits, tels

qu'ils existent, particulièrement dans les bibliothèques de Paris et de Leyde. Pour cette publication, je me suis adressé à M. Houdas, professeur à l'École des langues orientales vivantes, qui a bien voulu présider à l'impression des textes : j'ai opéré sur sa traduction le même travail de revision technique que sur la traduction des écrits syriaques. En tête, j'ai donné une introduction historique, complétée par la traduction des passages du Kitab-al-Fihrist relatifs aux auteurs alchimiques. Puis viennent le traité de Cratès avec figures, qui semble traduit du grec, ceux d'El-Habib et d'Ostanès (pseudo); enfin les œuvres arabes véritables de Geber (Djàber), publiées pour la première fois et qui donneront une connaissance exacte des idées de ce célèbre auteur, médecin, chimiste et philosophe, mais appartenant à une époque de décadence, et dont la rectitude d'esprit ne répond pas à l'étendue du domaine intellectuel qu'il a essayé d'embrasser. Insistons sur ce résultat inattendu que ses œuvres arabes n'ont pour ainsi dire rien de commun avec les ouvrages latins apocryphes qui portent son nom.

» L'ensemble des trois présents Volumes complète l'histoire des Origines de l'Alchimie et la mène jusqu'au xive siècle, c'est-à-dire jusqu'à une époque où cette histoire commence à être suffisamment connue et facile à établir, d'après les publications imprimées des alchimistes latins. Je regarde dès lors comme accomplie la tâche que je m'étais proposée en entreprenant cette longue et difficile étude, dont j'ai renouvelé les sources et l'interprétation en en plaçant les textes authentiques entre les mains de tous les savants. »

CHIMIE. — *Sur quelques phosphates naturels rares ou nouveaux : brushite, minervite;* par M. Armand Gautier.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai dit que la couche de phosphates concrétionnés qui remplit les parties déclives des galeries de la grotte de Minerve constitue un type nouveau de phosphorites où l'acide phosphorique est uni à la fois à la chaux et à l'alumine. Ce remarquable gisement fournit, en outre, séparément, le phosphate bibasique de chaux naturel ou *brushite*, et un phosphate d'alumine nouveau, l'un et l'autre cristallisés.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1022.

» *Brushite.* — La brushite $PO^4CaH, 2H^2O$ n'a été rencontrée jusqu'ici que dans un guano rocheux des Antilles. Nous l'avons recueillie sur le sol de certaines galeries de Minerve (*Galerie des tribunes, Tête de cheval*) où elle se présente sous forme d'une matière pulvérulente, blanche ou chamois clair, farineuse, et aussi en gros blocs friables au centre desquels on trouve généralement un noyau de la roche nummulitique encore incomplètement transformée en cette substance. Quelquefois la brushite s'attache aux murs des galeries sous forme de croûtes cristallines provenant évidemment d'une lente corrosion du calcaire par une substance que l'eau a dû dissoudre, comme en témoigne l'horizontalité du niveau de cette corrosion marquée sur les parois. Cette farine est presque entièrement formée de minces lamelles triangulaires, le plus souvent tronquées, mais à arêtes vives, où se reproduit fréquemment l'angle de 38°, bien plus rarement celui de 110°. A côté de ces lamelles, on aperçoit au microscope quelques aiguilles assez rares.

» Traitée par un acide minéral, la brushite se dissout en dégageant de rares bulles d'acide carbonique et laissant un faible résidu argileux et organique. Mise à digérer avec le citrate d'ammoniaque ammoniacal, elle laisse un peu moins de 1 pour 100 de parties insolubles.

» Cette poudre cristalline présente la composition suivante :

	I.	II.	III.
	Laissée à l'air sec depuis 18 mois.		Extraite récemment de la carrière.
Eau perdue à 160°	21,53	21,92	19,17
Eau perdue de 160° au rouge			7,88
P^2O^5	41,41	40,58	40,05
CaO	34,04	33,42	30,70
MgO	trace	trace	trace
Al^2O^3	1,70	2,10	1,94
SO^3	trace	trace	trace
CO^2	1,35	1,20	trace
Silice, argile	0,15	0,76	0,01
Fer, nitrates	trace	trace	trace
	100,18	99,98	99,75

il n'y a ni chlore, ni fluor.

» Laissant de côté l'*analyse* III, qui répond à une matière imparfaitement séchée à l'air, si, dans les *analyses* I et II, on déduit la petite partie de la chaux correspondant à l'acide carbonique obtenu, et si l'on met de côté la faible proportion d'alumine qui s'y trouve à l'état d'hydrate ou d'argile, il

reste les quantités suivantes de chaux, d'acide phosphorique et d'eau, calculées pour 100 parties :

	Analyse I.	Analyse II.
P^2O^5	43,15	42,85
CaO	34,16	33,99
H^2O	22,57	23,15

» Moore et A. Julien, qui ont découvert la brushite dans les gisements de guanos rocheux des îles Avas et Sombrero ([1]), lui ont trouvé une composition répondant, suivant les cas, aux deux formules

$PO^4CaH, 2H^2O$	*Brushite*
$(PO^4CaH)^2, 3H^2O$	*Métabrushite*

soit que ces substances diffèrent réellement par leur proportion d'eau, soit que l'état de dessiccation de la première, au moment de l'analyse, ait été incomplet. La formule $(PO^4CaH)^2 3H^2O$ répond bien à nos analyses; elle demande, pour 100 parties :

	Calcul théorique.	Trouvé.
P^2O^5	43,55	43,00
CaO	34,36	34,08
H^2O	22,09	23,36

» La description que fait Dana de la métabrushite : *cristaux imparfaits, en lamelles présentant fréquemment l'angle de* 38°, *cassants, de couleur pâle ou incolore, translucides*, répond exactement à la brushite de Minerve.

» *Minervite.* — En pratiquant dans le sol une tranchée suivant l'axe de la galerie principale de la grotte, et non loin de l'entrée, on a traversé, à une profondeur de $3^m,50$, une veine de $0^m,15$ d'épaisseur environ, formée d'une substance remarquable par sa blancheur de lait et sa consistance pâteuse. Sous l'influence de la pression qu'elle supporte de tous côtés, sauf sur le front de taille, elle s'écoule lentement et s'épaissit très vite à l'air. Elle se concrétionne ainsi en une matière blanche happant à la langue, semblable à du kaolin.

» Examinée au microscope, après avoir été longtemps abandonnée à l'air, cette substance paraît formée de grains cristallins ténus, de prismes rhomboïdaux et de lamelles en hexagones réguliers ou en triangles équilatéraux dont les extrémités angulaires sont régulièrement tronquées. Cet

([1]) *Americ. J. Sc.*, t. XL, p. 369 et 371.

aspect rappelle celui de l'*hydrargylite* $Al(OH)^3$, qui persiste peut-être dans cette matière en petite proportion.

» En fait, si la masse est tout entière obscurément, mais certainement, cristalline, les cristaux bien nets sont rares, et à côté d'eux apparaissent des granulations amorphes dues à une petite proportion d'argile qui salit la substance.

» Voici l'analyse de deux échantillons de ce phosphate, après qu'il a perdu son humidité par une très longue exposition à l'air :

	I.	II.
Eau perdue jusqu'à 180°	21,40	22,74
Eau perdue de 180° au rouge (avec un peu de matière azotée).	7,89	5,92
Sable quartzeux	0,36	7,38 (sable et argile)
Argile	11,14	
Phosphate d'alumine $(PO^4)^2Al^2$	52,35	57,30
Excès d'alumine soluble dans les acides minéraux	4,71	3,10
Phosphate ferrique $(PO^4)^2Fe^2$	0,24	0,41
Phosphate de magnésie $(PO^4)^2Mg^3$	trace	1,17
Fluorure de calcium	2,00	2,29
Chlore, SO^3	trace	trace
	100,09	100,31 (1)

» Grâce à son extrême plasticité lorsqu'elle est humide, cette matière se mélange à l'argile et au sable au milieu desquels elle coule; on peut l'en débarrasser mécaniquement, mais pas complètement, et ses veinules ocracées se distinguent au milieu de la matière blanche. Si l'on fait abstraction de cette argile, on voit que cette substance est formée d'un phosphate

(1) M. A. Carnot, à qui je parlai de ces phosphates d'alumine, a bien voulu me dire qu'en 1882, on lui avait apporté d'une île de la Guyane une matière concrétionnée rougeâtre qui lui a donné à l'analyse :

Eau (et fluor)	24,00		
Argile	2,00		
Acide phosphorique	34,88	répondant à	$(PO^4)^2Al^2$ 59,93
Alumine	28,60		Al^2O^3 en excès. 3,55
Chaux	0,80		
Magnésie	0,15		
Peroxyde de fer	9,00		

Sauf la présence d'un peu de peroxyde de fer qui constitue une impureté, cette substance est bien comme la nôtre un phosphate d'aluminium hydraté légèrement basique. Son analyse est ici publiée pour la première fois.

d'alumine hydraté, microcristallin, à peine mêlé d'une trace d'autres phosphates. La chaux n'y existe que dans la proportion juste suffisante pour saturer le fluor ([1]). Ce fluorure $CaFl^2$ accompagne le phosphate d'alumine, comme il accompagne le phosphate tribasique de chaux naturel, mais dans une moindre proportion : 3,81 à 4 de $CaFl^2$ pour 100 de phosphate d'alumine normal.

» Si, après un long séjour à l'air, on calcule la quantité d'eau qui reste dans cette substance, on trouve qu'elle répond à l'hydrate $(PO^4)^2Al^2, 7H^2O$, qui, pour 100 parties de phosphate d'alumine anhydre, veut 51,6 parties d'eau. Nous en avons trouvé 52,8, chiffre exact si l'on tient compte d'environ 1 pour 100 de matière organique qui vient augmenter un peu le chiffre de l'eau perdue au rouge.

» On verra que ce minéral résulte, en effet, de l'action des matières organiques en décomposition sur une couche adjacente d'argile ou d'hydrargylite. L'analyse révèle déjà cette origine : 100 parties de phosphate nous ont donné $0^{gr},369$ d'azote ammoniacal. Il y est contenu à l'état de composés amidés, que les carbonates alcalins ne décomposent pas, mais dont les lessives alcalines dégagent de l'ammoniaque en colorant la matière en orange.

» Quoique, à l'exception de la turquoise et de la wavellite, les phosphates d'alumine soient à peine connus, on a distingué un certain nombre d'espèces minérales rares où l'acide phosphorique est uni à l'alumine avec ou sans excès de base. Ce sont les suivantes ([2]) :

La *Variscite*	$P^2O^5.Al^2O^3, 4H^2O$
La *Callaïnite*	$P^2O^5.Al^2O^3, 5H^2O$
La *Gibbsite* ou *Zépharowichite*..	$P^2O^3.Al^2O^3, 8H^2O$
La *Wavellite*	$(P^2O^5.Al^2O^3)^2.Al^2O^3, 12H^2O$ ([3])
La *Fischérite*	$(P^2O^5.Al^2O^3).Al^2O^3, 8H^2O$
La *Péganite*	$(P^2O^5.Al^2O^3).Al^2O^3, 6H^2O$
L'*Évansite*	$(P^2O^5.Al^2O^3).2Al^2O^3, 18H^2O$
La *Turquoise*	$(P^2O^5.Al^2O^3).Al^2O^3, 5H^2O$

([1]) Dans l'*analyse I,* on a trouvé : fluor = 0,94, CaO = 1,35. Il eût fallu 1,38 de chaux pour correspondre à la quantité de fluor ci-dessus. Dans l'*analyse II*, on a trouvé : fluor = 0,98 et CaO = 1,16, nombres aussi très rapprochés de la théorie.

([2]) D'après Dana, 8e édition anglaise. New-York, 1892.

([3]) La wavellite contient, depuis des traces, jusqu'à 2,27 de fluor pour 100 parties, d'après Rammelsberg.

» De ces minéraux, la variscite et la wavellite forment des concrétions compactes, cristallines, dans quelques filons quartzeux des terrains anciens; la callaïnite, la gibbsite, la fischérite, la péganite et l'évansite sont aussi en concrétions obscurément cristallines, déposées par les eaux minérales. Quant à la turquoise, il convient de distinguer entre l'*orientale*, ou de *vieille roche*, qui contient 1 à 7,5 pour 100 d'oxyde de cuivre et remplit les brèches d'un porphyre trachytique ou d'une limonite (Perse et Turkestan) et la turquoise de *nouvelle roche* dite encore *occidentale*, que l'on trouve aussi en Perse, où depuis des siècles elle est exploitée pour la joaillerie après avoir été chauffée dans des fours spéciaux qui avivent son coloris. Cette fausse turquoise a été signalée depuis longtemps par Réaumur ([1]) aux environs d'Auch et de Castres, et on l'a trouvée depuis en Silésie, en Saxe, en Californie. Celle-ci, qui ne diffère pas sensiblement de composition de la précédente, peut contenir ou non du cuivre, mais elle est généralement colorée en vert par du phosphate ferreux ou viviannite. Tantôt elle a été déposée par les eaux minérales, tantôt elle provient d'une modification lente de phosphates d'origine animale, tels que dents, os, ivoire, qui souvent ont conservé leur forme qu'on ne saurait méconnaître. On donne alors à la substance le nom d'*ostéolite*.

» Le phosphate d'alumine trouvé par nous dans la grotte de Minerve est aussi d'origine animale comme nous le démontrerons. Comme la turquoise de nouvelle roche, on y trouve toujours un peu de matière organique azotée; comme elle, il contient un léger excès d'alumine sur le phosphate normal $P^2O^5.Al^2O^3$; il est fluoré comme l'ostéolite; comme elle, il est hydraté. Sa composition $P^2O^5.Al^2O^3, 7H^2O$ le rapproche singulièrement de la callaïnite et surtout de la gibbsite $P^2O^5.Al^2O^3, 8H^2O$, substance où la quantité d'alumine varie suivant les échantillons et qui a même pu être confondue avec l'hydrargylite pure ou presque pure $Al^2O^3, 3H^2O$ qui ne contient plus, ou ne contient qu'une trace d'acide phosphorique ([2]).

» Le phosphate d'alumine naturel de Minerve, micro-cristallin comme la plupart de ces substances, soluble dans les acides minéraux étendus, dans la lessive de potasse faible, et dans le citrate d'ammoniaque ammoniacal, sauf un faible résidu argileux, doit être rangé à côté des espèces

---

([1]) *Mémoires de l'Académie royale des Sciences*, année MDCCXV; p. 174.

([2]) On rappellera que la bauxite $Al^2O^3, 2H^2O$ contient souvent aussi une quantité sensible de phosphate d'alumine.

précédentes. A cause de ces caractères, et de sa composition qui le distingue des autres phosphates d'alumine naturels, je propose de lui donner le nom de *Minervite* pour rappeler son origine. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Détermination de l'eau contenue dans la terre, portant diverses récoltes, après une période de grande sécheresse.* Note de M. **Reiset**.

« La Communication, faite à l'Académie par notre confrère M. Dehérain, aux noms de MM. Demoussy et Dumont (¹), m'a remis en mémoire quelques observations et analyses que j'avais faites sur les terres de ma ferme, à Écorchebœuf, pendant le mois d'août 1887.

» Pensant qu'il pourrait être intéressant de comparer les résultats obtenus, en diverses contrées, sur différentes terres, dans des conditions si défavorables à une bonne végétation de nos récoltes, je me décide à publier de mon côté, mes observations personnelles.

» L'année 1887 doit être classée parmi les *années de sécheresse :* le total de l'eau recueillie dans notre contrée s'élevait à $587^{mm},7$ pour les douze mois, tandis que nos moyennes annuelles atteignent le chiffre de $903^{mm},6$; le mois de juin 1887 a fourni seulement $26^{mm},7$ d'eau, au lieu de $73^{mm},5$, quantité moyenne pour ce mois; quant au mois de juillet, on trouve $3^{mm},3$ au lieu de $72^{mm},0$. Enfin, du 4 juin au 23 juillet, on n'a recueilli aucune pluie.

» Le 2 août 1887, après une nouvelle période de sécheresse, nous avons prélevé cinq échantillons de terre dans la couche végétale, à une profondeur de $0^{m},15$ à $0^{m},25$ de la surface, suivant la récolte. Dans une brouette pouvant contenir 8^{kg} ou 10^{kg} de terre, on faisait un mélange qui était rapidement passé à travers un crible pour séparer les pierrailles; puis l'échantillon était immédiatement recueilli dans un flacon à large ouverture, fermant à l'émeri.

» Un plan annexé au registre d'expériences indique les points où se fait la prise des échantillons.

» On pesait généralement 10^{gr} de terre, à porter dans l'étuve de 110° à 120°. Deux analyses du même échantillon étaient concordantes.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1078, séance du 8 mai 1893.

Première série.

		Eau pour 100^{gr} de terre.
N° 1.	Grande pièce de trèfle fauché	$4^{gr},84$
» 2.	Dans le blé qui sera coupé le 8 août à maturité	3,78
» 3.	Herbage neuf très brûlé par la sécheresse	4,70
» 4.	Dans le blé en belle végétation et qui sera coupé le 19 août	5,04
» 5.	Sous le gazon, *entièrement brûlé,* dans le parc du château	7,84
» 6.	Un échantillon n° 6 a été recueilli (le 5 août) dans une bonne pièce de blé, à épis carrés, coupé à maturité (le 4 août)	3,81

» Le 13 août 1887, vers 5^h du soir, on a pris un échantillon de la terre sous le *gazon entièrement brûlé* et dans les mêmes conditions que l'échantillon n° 5 (du 2 août). Le soleil ardent, sans pluie, pendant une nouvelle période de onze journées avait dû encore dessécher la terre. On a trouvé : eau, 6,80 pour 100 de terre.

» Dans une *seconde série* d'expériences, pour déterminer avec plus de précision la profondeur à laquelle se fait la prise de l'échantillon de terre et pour éviter, autant que possible, toute manipulation à l'air, j'ai fait ouvrir une galerie de $1^m,20$ de profondeur sur $0^m,60$ de largeur et 1^m environ de longueur. Dans cette galerie ouverte, on a pratiqué des *fouilles latérales* en commençant par la surface du sol; puis à la profondeur de $0^m,20$, de $0^m,40$, de $0^m,60$, de $0^m,80$; enfin à 1^m au-dessous de la surface, en suivant très exactement une ligne verticale pour ces fouilles superposées.

» Avec une petite houlette, à manche court, on enlève préalablement une couche de terre de $0^m,10$ servant, pour ainsi dire, d'*opercule;* puis se fait la prise de l'échantillon, mis aussitôt dans un flacon bouché à l'émeri.

Résultats de la FOUILLE A *faite le 9 août 1887 dans une pièce de terre du défrichement portant un bon blé fauché à maturité le 8 août.*

	Eau pour 100^{gr} de terre.
Surface; dans les racines mêmes du blé	$1^{gr},22$
A $0^m,20$ terre un peu pierreuse	4,95
A $0^m,40$ »	9,47
A $0^m,60$ argile rouge plastique	14,12
A $0^m,80$ »	21,81
A 1^m sous-sol »	26,18

Résultats de la Fouille B *faite le* 10 *août* 1887 *dans un champ dépouillé depuis dix jours; ce champ avait produit un mélange de vesce et d'avoine coupé en vert pour nourriture des bestiaux de la ferme.*

	Eau pour 100^{gr} de terre.
	gr
Surface du sol	1,30
A $0^m,20$	6,03
A $0^m,40$	7,87
A $0^m,60$	11,42
A $0^m,80$	12,45
A 1^m sous-sol	14,24

» En examinant ces Tableaux, on voit que le blé peut parvenir, en bonne végétation, à parfaite maturité, dans une couche de terre arable qui ne contient plus, au moment de la récolte, que $1^{gr},22$ d'eau pour 100^{gr} de terre, tandis que le *gazon-prairie* est mort *brûlé,* dans un sol qui présente encore $6^{gr},80$ et $7^{gr},84$ d'eau pour 100^{gr} de terre.

» Il me paraît intéressant de faire ressortir ainsi la grande résistance du blé d'hiver aux effets pernicieux d'une sécheresse prolongée; il est vrai que mes observations ont porté plus particulièrement au moment de la *maturation,* quand les parties herbacées de la précieuse céréale sont résorbées par la plante elle-même pour son plus grand profit. Mais le fait de cette résistance ne peut être que confirmé par les praticiens. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Physique, en remplacement de feu M. *Weber*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41,

M. G. Widemann obtient	29	suffrages.
M. Van der Waals obtient	6	»
M. Michelson obtient	5	»
M. Thalen obtient	1	»

M. G. **Widemann**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres qui sera chargée de vérifier les comptes de l'année 1892.

MM. **de Bussy** et **Chambrelent** réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1893.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Gegner. — MM. Bertrand, Berthelot, Fizeau, Hermite, Faye réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Daubrée et Darboux.

Prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques pures et appliquées). — MM. Hermite, Darboux, Poincaré, Picard, Jordan réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Appell.

Prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles). — MM. Milne-Edwards, Duchartre, Blanchard, Daubrée, Van Tieghem, réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Lacaze-Duthiers et Perrier.

Prix Tchihatchef. — MM. Milne-Edwards, Grandidier, Daubrée, Duclaux, d'Abbadie réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Perrier et Fizeau.

Prix Gaston Planté. — MM. Cornu, Mascart, Lippmann, Becquerel, Fizeau réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Deprez et Potier.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. *Ch. Brun* ayant pour titre : « Étude sur la théorie mécanique de la chaleur ».

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse totale de Soleil du 16 avril 1893, faite à Joal* (1) (*Sénégal*), *à l'observatoire de la mission du Bureau des Longitudes*. Note de M. G. **Bigourdan**, communiquée par M. Bouquet de la Grye.

« Du 12 au 18 avril le ciel fut constamment brumeux : il était voilé par de légers nuages blancs et diffus, formant un fond laiteux à peu près uniforme, analogue à celui dans lequel se produisent d'ordinaire les *halos* solaires. L'intensité de cette brume alla en croissant graduellement du 12 au 15, et la veille de l'éclipse elle inspirait des craintes assez vives pour le lendemain; mais à partir du 15 elle diminua peu à peu et le soir du 18 avril le ciel était pur.

» A 9^h du matin, le jour de l'éclipse, on observa autour du Soleil un halo bien caractérisé et qui persista plus ou moins jusqu'au moment de l'éclipse. Le même jour le Soleil présentait six groupes de taches et divers grains isolés.

» Aidé par M. G. Fayet, qui m'a toujours assisté avec beaucoup de zèle, j'ai observé l'éclipse avec une lunette montée équatorialement, de $5^m,30$ de long et de $0^m,30$ d'ouverture; mais cette ouverture fut réduite à $0^m,11$ par un diaphragme cachant les bords de l'objectif, afin d'avoir de meilleures images et pour éviter un trop grand échauffement de l'instrument : malgré cette précaution le verre noir gradué placé entre l'œil et l'oculaire s'échauffait fortement; mais les images furent très bonnes jusque vers l'instant du deuxième contact, ce qui permit d'observer divers phénomènes intéressants.

» Le premier contact fut noté à $1^h 3^m 5^s$ (grossissement : 50) (2).

» Avec un oculaire grossissant 190 fois on observa ensuite les occultations des taches solaires par la Lune : le phénomène le plus frappant noté dans ces occultations est celui du *ligament* noir qui s'est produit entre le bord obscur de la Lune et les bords des noyaux des taches. Ce ligament,

(1) En attendant la réduction définitive des observations faites pour déterminer la longitude et la latitude de ce point, on pourra adopter les coordonnées provisoires suivantes :

Long. : $1^h 16^m 38^s$ ouest de Paris, Latitude nord : $14° 9' 25''$;

Joal est un village de 1800 habitants, situé au bord de la mer et à 45 milles au sud de Dakar.

(2) Toutes les heures données ici sont en temps moyen du lieu.

si connu depuis les observations du passage de Vénus, s'est présenté ici avec une grande netteté, et il a été observé 15 fois environ. Il s'est produit non seulement au contact de grosses taches, à noyau bien noir, mais aussi au contact de taches très petites, de petits grains noirs, et même avec les simples filaments formant la pénombre des taches.

» Au moment de ces occultations il fut aisé de comparer la noirceur de la Lune et celle des taches : toujours le noyau des taches a paru moins noir que la face obscure de la Lune.

» Le bord lunaire qui se projetait sur le Soleil a toujours été bien net et ses dentelures étaient bien visibles : quelques-unes avaient plusieurs secondes d'arc de hauteur. Comme les bords du Soleil étaient bien définis, (quoique un peu moins bien que ceux de la Lune), les cornes lumineuses qui terminaient la partie visible du Soleil étaient bien vives.

» A aucun moment je n'ai pu apercevoir la lumière cendrée, ni soupçonner aucune tache lunaire. Le bord de la Lune, en dehors du disque solaire, est toujours resté invisible jusque vers $2^h 24^m 18^s$, $1^m 33^s$ avant la totalité : à ce moment j'ai soupçonné ce bord en dehors du Soleil sur une étendue de $5'$.

» Quelques secondes plus tard ($2^h 24^m 45^s$) des franges lumineuses et courbes, parallèles au bord de la Lune, se sont montrées sur le disque obscur de la Lune, tout près du croissant lumineux. Enfin, 10^s avant le commencement de la totalité, une forte raie noire a partagé dans toute sa longueur le mince croissant lumineux qui allait disparaître.

» A partir de ce moment, j'ai cherché à voir les *grains* de Baily (Baily beads), mais je n'en ai aperçu aucune trace, non plus qu'au moment du troisième contact.

» Les heures des deuxième et troisième contacts sont les suivantes :

Deuxième contact...........	$2^h 25^m 50^s,0 \pm 0^s,5$
Troisième contact...........	$2^h 29^m 50^s,8 \pm 1^s$

» L'heure du troisième contact est un peu incertaine parce que, au point de réapparition le voisinage immédiat du Soleil était très brillant.

» Pendant l'éclipse totale j'ai exploré les environs du Soleil avec un oculaire donnant un champ de $25'$, mais je n'ai rencontré aucun astre, connu ni inconnu. J'aurais certainement vu une étoile de 4e grandeur située à $1°,5$ au sud du Soleil, mais j'ai évité d'aller dans cette direction et j'ai cherché suivant le parallèle du Soleil, en allant jusqu'à $4°$ environ de part et d'autre en ascension droite, et sur une largeur de $1°,5$ environ. Le ciel était brumeux, et d'ailleurs l'instrument employé n'était pas parfaite-

ment disposé pour cette recherche. Il me semble que le résultat négatif auquel je suis arrivé ne saurait être invoqué comme un argument bien probant contre l'existence de planètes intra-mercurielles : la recherche de ces planètes exigerait un instrument à plus grand champ et entraîné automatiquement, avec une vitesse convenable, dans les régions que l'on se propose d'explorer.

» Après le troisième contact, j'ai pu jeter un coup d'œil sur la couronne et l'apercevoir quelques instants à l'œil nu. A partir de ce moment le phénomène n'offrait plus grand intérêt, et, en attendant le quatrième contact, qui a été noté à $3^h 45^m 57^s$, j'ai recueilli les impressions des personnes (¹) qui avaient suivi le phénomène à l'œil nu : je résume ici leurs observations :

» Le vent, qui soufflait du nord-ouest, a augmenté graduellement de force à mesure qu'on approchait de la totalité. L'abaissement de température, qui a été d'environ 3°, était très sensible au corps, ainsi que l'augmentation d'humidité (²). A mesure qu'approchait l'instant de la totalité, les objets prenaient une teinte livide de plus en plus prononcée; les oiseaux sauvages ont cessé de chanter et se sont dirigés vers leurs gîtes de nuit; les pigeons, les poules, les chèvres ont gagné à la hâte leurs habitations ordinaires, et pendant la totalité les coqs ont chanté.

» On a aperçu sur la mer, à l'ouest-sud-ouest, l'ombre de la totalité arrivant avec une grande vitesse; mais les franges parallèles qui ont accompagné parfois le commencement et la fin de la totalité, dans d'autres éclipses totales, ne se sont point produites ici.

» Pendant la totalité, les ombres avaient disparu; on n'en voyait pas de trace, même en déplaçant la main devant une feuille de papier blanc tournée vers le Soleil. On a vu diverses planètes ou étoiles : ceux qui en ont aperçu le plus (indigènes de Fadioute) en ont signalé sept. En outre, à Saint-Joseph, plusieurs observateurs ont vu deux étoiles filantes dans le voisinage du Soleil.

» Prévenus depuis longtemps, les indigènes n'ont pas, en général, ma-

(¹) Ce sont principalement divers missionnaires du Saint-Esprit, qui ont bien voulu faire des observations suivant un programme arrêté d'avance, et, en outre, M. Brugnon, enseigne de vaisseau, et le F. Constantin, professeur à l'École secondaire de Saint-Louis, accompagné de deux de ses élèves. Le P. Kuneman, supérieur de la Mission de Saint-Joseph (à 4^{km} au nord de Joal), et M. Maugis, de Nianing, ont fait deux bons dessins de la couronne solaire.

(²) Le thermomètre sec et le thermomètre mouillé ont été lus avec soin pendant toute la durée de l'éclipse : ces observations seront publiées ultérieurement avec toutes les observations météorologiques faites à Joal.

nifesté beaucoup d'inquiétude. Cependant les conducteurs de dromadaires qui transportent à Joal les arachides récoltés dans l'intérieur du pays ont refusé de se mettre en route ce jour-là, et au moment de la totalité quelques noirs se sont sauvés dans leurs cases en criant. La durée de la totalité a été très diversement appréciée : pour beaucoup d'indigènes, comme pour nous, elle a paru fort courte; d'autres, au contraire, ont estimé qu'elle avait duré un quart d'heure : en réalité, elle avait duré exactement $4^m 1^s$. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la recherche de la couronne solaire en dehors des éclipses totales.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Tisserand.

« Au retour d'un voyage au Sénégal pour l'observation d'une éclipse totale du Soleil, je trouve, dans les *Comptes rendus,* deux Notes de M. Georges Hale sur la photographie de la couronne solaire en temps ordinaire. Or j'ai l'honneur de présenter à l'Académie une réclamation de priorité au sujet de la méthode proposée par M. Hale, en y joignant les résultats d'observations anciennes et encore inédites sur la question.

» *Méthode du spectro-héliographe.* — J'ai présenté, en effet, à l'Académie, le 19 août 1891, la méthode du spectro-héliographe que M. Hale a exposée à l'Académie des Sciences de Chicago le 6 décembre 1892, et ensuite dans deux Notes successives des *Comptes rendus* du 6 mars et du 24 avril 1893. J'ai indiqué, en 1891, les conditions spéciales à réaliser : choix d'une station élevée et d'un appareil diffusant peu la lumière, et même emploi des radiations H et K du calcium qui font l'objet de la seconde Note de M. Hale. D'autre part, le spectro-héliographe décrit [1] dans cette Note de 1891 pour l'enregistrement photographique des vitesses des protubérances et différent, par suite, de l'appareil réalisé si heureusement par M. Hale en mai 1891, n'a pas encore été construit simplement à

---

(1) Tout en rendant un juste hommage aux résultats de M. Hale, je dois remarquer, ainsi que je l'ai fait déjà en 1891, que la solution qui donne à la fois les vitesses et les formes est seule complète. D'ailleurs, le système de deux fentes fines à mouvement continu employées avec une grande dispersion par M. Hale ne fournit pas les formes dans le cas des grandes perturbations, qui est le plus intéressant; car alors la raie spectrale sort de la fente. Si, d'autre part on élargit les fentes, les formes sont compromises. Le système des sections successives nombreuses sur tout le pourtour solaire avec une fente large devant la plaque est encore, pour moi, le plus avantageux à tous égards. Il donne les vitesses et les formes rectifiées du déplacement des raies.

cause du manque de crédits nécessaires (¹). Il exige, en effet, une certaine dépense, bien que n'offrant aucun organe difficile à construire.

» *Méthode des prismes croisés.* — J'ai indiqué le 23 janvier 1893 (*Comptes rendus*) une autre méthode, dite des *prismes croisés*, pour la photographie de la couronne. Cette méthode ne consiste pas dans l'emploi d'une seule longueur d'onde, comme l'écrit M. Hale, mais dans l'isolement d'une portion du spectre choisie à volonté, et ayant nécessairement une certaine largeur, d'ailleurs variable. Elle diffère notablement de la méthode du spectro-héliographe qui est restreint, au contraire, à l'emploi d'une seule longueur d'onde.

» La méthode des prismes croisés est une extension de la méthode si heureusement appliquée par le grand astronome anglais, le Dr Huggins; elle a l'avantage d'être simple et aisément réalisable avec les ressources d'un petit laboratoire; l'appareil a été organisé sans le secours du constructeur, et essayé à Paris même, dans les belles journées froides de la fin de l'année dernière.

» Ces deux méthodes, qui n'ont pas les mêmes avantages et les mêmes inconvénients, pourront être employées concurremment. L'obstacle principal est la lumière diffuse, qui est produite non seulement dans l'atmosphère, mais dans l'appareil lui-même. Certes, dans une station de haute montagne, où le ciel est presque noir, il sera sûrement possible d'obtenir les parties brillantes de la couronne; mais l'expérience seule décidera si l'on peut avoir aussi les parties plus faibles, et en particulier les jets lumineux variables et caractéristiques.

» *Importance de la diffusion par l'appareil.* — La diffusion par l'appareil, déjà indiquée en 1891, a pour ces parties faibles une réelle importance; et je crois devoir entrer dans quelques détails, d'autant que M. Hale a décrit longuement les dispositions mécaniques, d'ailleurs très heureuses, adoptées par lui (²), mais n'a pas même effleuré ce point spécial.

» Avec le spectro-héliographe, une image du Soleil est envoyée sur la fente du spectroscope, le disque lui-même étant arrêté par un diaphragme; une seconde fente fine, placée devant la plaque photographique, isole la raie du spectre employée pour la couronne. Or l'appareil optique,

---

(¹) Un crédit spécial vient heureusement d'être accordé par le Ministère.

(²) La nouvelle disposition adoptée par M. Hale, avec un réseau et un seul miroir pour le collimateur et la lunette, a été indiquée déjà en 1889 par M. H. Ébert (*Annales de Wiedemann*). Elle offre, pour la photographie du Soleil, de grands avantages sur les autres dispositions.

qui donne l'image du Soleil sur la fente, mérite une attention spéciale; il reçoit les rayons du disque très intenses avec un ciel très pur, et la lumière diffusée par lui pourrait masquer les parties faibles de la couronne. Aussi convient-il d'éviter les corps qui ont une couleur, même après le polissage, et annoncent ainsi un certain pouvoir diffusif; les miroirs argentés ou métalliques proposés par M. Hale sont dans ce cas.

» Le meilleur appareil optique serait une lentille simple, parfaitement transparente et polie, en quartz ou en crown léger; un diaphragme placé près de la lentille arrêterait les rayons doublement réfléchis sur les deux faces. Dans le trajet des rayons à travers le spectroscope, la diffusion est moins à craindre, la lumière du disque étant éliminée; cependant on peut recommander, pour les mêmes raisons, les lentilles simples et aussi les prismes, qui diffusent moins que les réseaux et ont des spectres plus intenses.

» Ces dispositions optiques spéciales évitent le mieux possible la lumière parasite (¹), et seront un élément sérieux de succès; d'autre part, les dispositions mécaniques qui assurent l'impression sur la plaque des portions successives de la couronne peuvent être très différentes.

» *Choix de la région la plus favorable.* — Quant au choix de la région du spectre la plus favorable, l'expérience seule peut décider. M. Hale annonce que la théorie indique la région ultra-violette la plus réfrangible; mais il faut ajouter que la théorie conduit à ce résultat seulement lorsque la lumière coronale est supposée due à la diffusion de la lumière du disque par de fines particules et lorsque l'on fait en plus certaines hypothèses sur le nombre et la répartition de ces particules. Or, surtout à l'époque du maximum des taches, la lumière solaire avec ses raies noires ne forme qu'une partie très petite de la lumière coronale.

» J'ai indiqué, en 1891, les raies H et K du calcium, qui sont fortes et longues (jusqu'à 8′ ou 10′) et se détachent sur un large fond noir dans la lumière diffuse du ciel. Il convient aussi d'essayer, avec le spectro-héliographe, d'autres raies moins intenses dans la couronne, mais beaucoup plus noires, quoique plus fines, dans la lumière diffuse.

» *Procédé de la lame biargentée.* — Je signale, en terminant, un procédé rapide et plus simple que les précédents pour la photographie de la couronne, essayé par moi les années précédentes, et recommandable surtout dans le cas où l'expérience indiquerait les rayons ultra-violets les plus réfrangibles comme les plus favorables. Le procédé consiste à placer une

(¹) L'influence de la diffusion par l'appareil a été signalée déjà par le Dr Huggins.

lame de quartz ou de verre mince, à faces parallèles et argentées, tout près de la plaque photographique, en avant de l'image du Soleil produite par un miroir non argenté ou un objectif. Un diaphragme, ajouté en avant de la lame, arrête la lumière du disque et évite la diffusion. Une semblable lame, biargentée, est transparente seulement pour les rayons ultra-violets les plus réfrangibles, de $\lambda 315$ à $\lambda 300$, ainsi que l'a montré M. de Chardonnet en 1882. J'ai obtenu, par ce procédé très simple, des images circumsolaires qui peuvent être rapportées à la couronne, mais auxquelles a manqué l'épreuve de la haute montagne ([1]). »

PHYSIQUE. — *Sur un appareil manométrique de grande sensibilité.* Note de M. VILLARD.

« Cet appareil, qui m'a rendu de grands services dans l'étude de la solubilité des gaz ou de leur combinaison avec l'eau, a pour but d'indiquer, non pas la valeur, mais les variations les plus faibles d'une pression donnée, dans un intervalle de quelques atmosphères. Il permet de maintenir constante cette pression, ou de la rétablir avec une exactitude que donnerait difficilement un manomètre, à moins qu'il ne fût à air libre, ce qui est peu pratique aux pressions élevées.

» L'instrument est de dimensions assez faibles pour pouvoir être placé dans une éprouvette à pied de hauteur moyenne, pleine d'eau à température constante; il permet néanmoins d'apprécier encore le $\frac{1}{500}$ d'atmosphère à 50^{atm}.

» Il se compose d'un tube de cristal en U, de 1^{mm} à $2^{mm},5$ de diamètre intérieur; l'une des branches est parfaitement soudée à un tube plus large, ayant environ 50^{mmq} de section intérieure, 3^{mm} à 4^{mm} d'épaisseur de parois, et fermé à la partie supérieure. Suivant la sensibilité à obtenir, ce réservoir aura une longueur plus ou moins grande; en général 8^{cm} à 10^{cm} suffisent. L'étendue de l'échelle dépend au contraire de la hauteur du tube en U auquel il est convenable de donner 15^{cm} à 20^{cm}.

» La seconde branche est également soudée à un tube large se terminant par une partie étirée ou rapportée que l'on peut fixer dans une douille

([1]) M. de Chardonnet m'a appris tout récemment qu'il avait lui-même exploré les alentours du Soleil par ce procédé, il y a dix ans, et qu'il avait obtenu avec un objectif quartz et spath d'Islande de belles couronnes circumsolaires.

métallique; plus simplement on y introduit un tube de cuivre de 2^{mm} de diamètre mastiqué à la glu marine sur une longueur de 3^{cm} à 4^{cm}. Cette fermeture très simple résiste presque indéfiniment.

» On a eu soin auparavant de verser dans l'appareil assez de mercure pour remplir une des branches du tube en U. L'instrument est alors prêt. Le remplissage est automatique. Il suffit de mettre le tube de communication en rapport avec un récipient de gaz comprimé; le mercure est refoulé dans le réservoir, dont il n'occupe qu'une faible partie, le gaz pénètre dans celui-ci et le remplit sous la pression du récipient. Une légère détente permet au mercure de redescendre dans le tube étroit.

» La moindre variation de pression dans le récipient sera accusée par un mouvement appréciable de la colonne de mercure, à cause de la grande capacité du réservoir. Prenant comme exemple un des appareils que j'ai construits, dont le réservoir a un volume de 5^{cc}, le tube en U 2^{mmq} de section, on voit qu'à 20^{atm} une dénivellation de 1^{mm} dans chaque branche, vers le zéro de la graduation, correspond à un changement de volume de $\frac{1}{2500}$ pour le gaz du réservoir; la pression dans celui-ci aura donc varié de $\frac{1}{2500}$ de sa valeur initiale 20^{atm}, soit $\frac{1}{125}$ d'atmosphère, la loi de Mariotte étant applicable dans ces limites. A 50^{atm} la même dénivellation correspond encore à $\frac{1}{50}$ d'atmosphère.

» Mais il est possible d'apprécier une fraction de millimètre; il est également facile de doubler au besoin la longueur du réservoir qui sera encore aussi résistant. Il n'est donc pas exagéré de dire qu'on peut atteindre une précision de $\frac{1}{500}$ d'atmosphère à 50 atmosphères.

» La variation de pression dans le récipient se déduit sans peine en ajoutant ou retranchant la quantité dont a varié la hauteur du mercure, et qui n'est pas négligeable. Il sera, bien entendu, nécessaire de jauger le réservoir, de diviser le tube en parties d'égal volume, enfin de mesurer avec soin la différence de niveau dans les deux branches. La résistance de l'appareil est suffisante pour permettre d'atteindre 100 atmosphères.

» L'instrument est donc caractérisé par le fait que le quotient $\frac{dp}{p}$, correspondant à une variation de niveau dl de 1^{mm} par exemple, est constant pour une même position du mercure, et change peu avec cette position. Dans le modèle que je cite, ce rapport varie de $\frac{1}{2500}$ à $\frac{1}{2000}$.

» La sensibilité sera donc en raison inverse, et l'étendue de l'échelle en raison directe de la pression.

» Le quotient $\frac{dp}{p}$ étant très petit, il suffit de connaître p avec une ap-

proximation ordinaire, à $0^{atm},1$ près par exemple, le $\frac{1}{2500}$ de $0^{atm},1$ étant seulement $0^{atm},00004$.

» L'expérience terminée, l'appareil est remis sans inconvénient en communication avec l'air libre, le gaz pouvant s'échapper au travers du mercure dans la partie large de la branche ouverte. Cette disposition permet également de faire, au besoin, le vide dans l'instrument avant de s'en servir. »

OPTIQUE. — *Spectre calorifique de la fluorine*. Note de M. E. CARVALLO, présentée par M. Lippmann.

« 1. M. Sarazin a donné les indices de réfraction de la fluorine dans une série prolongée, dans l'ultra-violet, jusqu'à la raie 32 de l'aluminium ($\lambda = 0^{\mu},18562$); mais, à ma connaissance, le spectre calorifique de ce minéral n'a pas été étudié. Il m'a paru d'autant plus intéressant de combler cette lacune que la fluorine est le solide qui est classé immédiatement après le sel gemme pour sa transparence aux rayons calorifiques. C'est donc l'exemple que j'ai choisi pour l'application de la méthode que j'ai exposée antérieurement ([1]) et dont je rappelle le principe.

» 2. Le prisme de fluorine est placé sur la plate-forme du goniomètre calorifique. Le faisceau lumineux, qui traverse le prisme pour produire le spectre, traverse aussi le système interférentiel formé par un polariseur, une lame de quartz parallèle à l'axe et un analyseur. La section principale du quartz est à 45° de celles du polariseur et de l'analyseur, qui sont indifféremment soit parallèles, soit perpendiculaires entre elles. On obtient ainsi un spectre cannelé de Fizeau et de Foucault. La lame du quartz et l'analyseur sont placés entre le prisme et la lunette du goniomètre. L'analyseur est biréfringent et fournit deux images complémentaires, l'une au-dessus de l'autre. Les franges noires de chaque spectre sont sur les prolongements des franges brillantes de l'autre. Ces deux images tombent sur les deux moitiés d'un thermomètre différentiel linéaire, placé au foyer de la lunette et formé d'une pile thermo-électrique en communication avec un galvanomètre.

» 3. On prend comme *repères* les points du spectre où les deux images

---

([1]) *Journal de Physique*, 3e série, t. II; janvier 1893. — *Société française de Physique*; 3 mars 1893.

ont des intensités égales. Les *longueurs d'onde* λ de ces points sont définies par la condition que la lame de quartz établisse entre le rayon ordinaire et le rayon extraordinaire une différence de phase φ égale à un nombre entier $\pm \frac{1}{4}$. Ces longueurs sont déterminées quand on connaît l'épaisseur de la lame de quartz (¹). Les déviations, et, par suite, les *indices de réfraction* correspondants, se déterminent en promenant la lunette dans le spectre de la fluorine. A chaque azimut répond une déviation du galvanomètre actionné par la pile. Les azimuts des repères sont ceux où la déviation du galvanomètre change de signe, en passant par zéro.

» 4. Les erreurs systématiques sont de deux sortes : 1° celles qui proviennent du goniomètre ont été éliminées par les méthodes que j'ai exposées antérieurement (²); 2° celles qui proviennent de la largeur des fentes et de l'appareil interférentiel ont été étudiées par le calcul et par l'expérience. J'exposerai ces recherches dans un Mémoire plus étendu. Il me suffit de dire ici qu'elles peuvent généralement être rendues inférieures aux erreurs commises dans la lecture du cercle divisé.

» Les résultats sont bien représentés par la formule dont M. Mouton et moi avons fait usage pour le verre, le quartz, le sel gemme et le spath d'Islande. Ils confirment une fois de plus la nécessité du *terme de Briot*, qui n'est plus à démontrer et dont j'ai plusieurs fois signalé l'importance théorique. La formule adoptée est celle-ci

$$\frac{1}{n^2} = a + bl^{-2} + cl^2 + dl^{-4},$$

$$a = +0,490335, \qquad b = -0,000713835,$$

$$c = +0,001584, \qquad d = -0,000001042.$$

$l = \frac{\lambda}{n}$ représente la longueur d'onde dans le cristal, exprimée en microns, égale au quotient de la longueur d'onde dans le vide par l'indice de réfraction.

» 5. Voici les résultats des mesures et leur comparaison avec la formule :

Angle du prisme de fluorine..........	$68° 56',24$
Épaisseur de la lame de quartz........	369^{μ}

(¹) La lame de quartz employée a été étudiée autrefois par M. Mouton; on a utilisé, pour le calcul des longueurs d'ondes, les mesures de ce savant et celles de M. Macé de Lépinay sur la double réfraction du quartz.

(²) *Annales de l'École Normale*, supplément pour 1890.

	λ.	n observés (Carvallo).	n calculés.	Différence O. — C.
	μ			
7.......	1,849	1,42460(?)	1,42488	—22
9.......	1,444	1,42676	1,42674	+ 2
11.......	1,187	1,42804	1,42800	+ 4
13.......	1,009	1,42904	1,42903	+ 1
15.......	1,878	1,42996	1,42999	— 3
17.......	0,777	1,43096	1,43095	+ 1
19.......	0,070	1,43192	1,43192	0
21.......	0,637	1,43292	1,43295	— 3
Raie.		(Sarazin).		
A.......	0,76040	1,43101	1,43100	+ 1
B.......	0,68671	1,43200	1,43212	—12
D.......	0,58920	1,43394	1,43394	0
F.......	0,48607	1,43705	1,43711	— 6
H.......	0,39681	1,44214	1,44211	+ 3

» Si je donne seulement les mesures de M. Sarazin dans le spectre visible, c'est que la partie ultra-violette est très encombrante, et que les écarts entre l'observation et la formule ci-dessus y sont presque identiques à ceux que fournit la formule calculée antérieurement par M. Ketteler (¹). Mon observation de la raie 7 ($\lambda = 1^{\mu}, 849$) est un peu douteuse, cette radiation étant à l'extrême limite du spectre du Soleil, lequel a servi de source.

» 6. Cette réserve faite, les différences O. — C. ne dépassent pas 4 unités du 5ᵉ chiffre décimal, ce qui répond à une erreur de 15″ sur la déviation. Comme la division extrême du vernier de mon cercle donne seulement les 30″, je crois être en droit d'en conclure que

» 1° Ma méthode est susceptible de plus de précision que n'en comportent les lectures de mon cercle;

» 2° Le cercle pourrait supporter un appareil de lecture plus précis que son vernier.

» C'est de ce côté que devra porter désormais le perfectionnement des observations (²). »

(¹) Ketteler, *Wied. Ann.*, t. XXX.

(²) Ce travail a été fait au laboratoire d'enseignement de M. Bouty, à la Sorbonne.

ÉLECTRICITÉ. — *Phénomènes dynamiques dus à l'électrisation résiduelle des diélectriques*. Note de M. CHARLES BOREL, présentée par M. A. Cornu.

« L'existence d'une hystérésis diélectrique proprement dite est une question actuellement controversée. M. Steinmetz ([1]), M. Ricardo Arno ([2]), M. A. Hess ([3]), M. Janet ([4]) ont publié récemment des travaux importants sur cette question, sans la résoudre d'une manière définitive.

» Je demande à l'Académie la permission de lui présenter quelques observations relatives à ce sujet, faites dans le courant de l'hiver 1892-1893. Je n'avais point alors connaissance des travaux de M. A. Hess, avec lesquels mes observations semblent être parfaitement d'accord.

» Un disque de papier paraffiné, suspendu en son centre par un fil de cocon, prend un mouvement de rotation dans un champ électrique alternatif, si l'on place une baguette de verre de l'un des côtés de ce disque. Tel est le phénomène que j'ai observé. Le plan du disque et l'axe de la baguette doivent être sensiblement parallèles aux lignes de force du champ, et l'extrémité de la baguette, du côté de l'armature, légèrement inclinée vers le disque.

» Le champ alternatif était produit par une armature plane ou sphérique, qu'une machine électrostatique de Tœpler chargeait alternativement d'électricité positive et négative, par l'intermédiaire d'un commutateur rapide. La durée des charges était de 0,006 de seconde; entre deux charges de signe contraire, l'armature était mise à la terre pendant 0,006 de seconde également.

» Dans ces conditions, cette rotation d'un disque diélectrique s'explique aisément, en considérant les actions que doivent exercer l'une sur l'autre les électrisations résiduelles de la baguette de verre et du disque pendant le temps où l'armature est à la terre.

» Le sens de la rotation est tel, que les extrémités du disque et de la

---

([1]) *La Lumière électrique*, t. XLIV, p. 95.

([2]) *Ibid.*, t. XLVI, p. 537.

([3]) *Ibid.*, 26 novembre et 10 décembre 1892, p. 401 et 507; 11 février et 12 mars 1893, p. 279 et 466.

([4]) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 373.

baguette, qui regardent l'armature, paraissent se repousser l'une l'autre. Le disque étant suspendu par un fil de cocon, la rotation s'arrête dès que la torsion du fil fait équilibre à la force à laquelle est soumis le disque. J'ai bientôt remarqué que divers échantillons de verre ne maintiennent pas tous la même torsion du fil, et que quelques exemplaires laissent le disque complètement immobile. Un disque de mica communique au fil de suspension sensiblement les mêmes torsions qu'un disque de papier paraffiné, tandis qu'un disque de paraffine pure ou d'ébonite ne présente que de très faibles torsions.

» En modifiant convenablement les conditions de ces premières observations, et en contrôlant à chaque instant les charges de l'armature, j'ai pu comparer entre elles les électrisations résiduelles de plusieurs substances diélectriques. Pour cela, j'ai mesuré les torsions que subit le fil de suspension du disque sous l'influence de sphères ou de cubes de ces diverses substances, occupant tous la même position par rapport au disque et à l'armature. Avec cet appareil, j'ai constaté que les corps conducteurs et les meilleurs isolants (gomme laque, ébonite, cire) produisent une faible rotation du disque en sens inverse de celle que lui communiquent la plupart des diélectriques, c'est-à-dire que les extrémités du disque et de la substance étudiée, qui regardent l'armature, semblent s'attirer l'une l'autre. Si la rotation par répulsion de disques diélectriques est vraiment due à l'électrisation résiduelle du disque et de la baguette de verre, une rotation en sens inverse, par attraction, devrait nécessairement se produire si la substance placée près du disque ne possédait point d'électrisation résiduelle. C'est, en effet, ce qui a lieu avec les corps conducteurs.

» En comparant, par ce procédé, l'électrisation résiduelle de diverses substances, développée par des charges d'une durée de 0,006 de seconde, j'ai obtenu les résultats suivants.

» L'armature étant maintenue à un potentiel moyen, constant, les substances suivantes ont produit une torsion.

» *a*. Par répulsion :

	Sixièmes de tour.		Sixièmes de tour.
Liège	23	Certains échantillons de verre	12 à 10
Bois de sapin	16	Soufre pilé	7
Ouate sèche	17 à 16	Caoutchouc	$2\frac{1}{2}$
» imbibée d'essence de térébenthine	$16\frac{1}{8}$	Soufre en canon	$\frac{3}{4}$
Craie	15	Paraffine	$\frac{1}{4}$
		Quelques verres	0

» *b*. Par attraction .

	Sixièmes de tour.		Sixièmes de tour.
Cire	$\frac{1}{4}$	Étain	2
Ébonite	$\frac{1}{4}$	Charbon de bois	6
Gomme-laque	4	Ouate imbibée d'eau	6
Cuivre	2		

» Des bâtons de verre qui, à la température ordinaire, ne produisaient aucune torsion du fil, chauffés au rouge, produisirent alors une torsion de 16 à 18 sixièmes de tour qui diminuait rapidement à mesure que le verre se refroidissait.

» J'ai encore comparé, avec le même appareil, l'électrisation résiduelle développée suivant différentes directions d'un cristal (orthorhombique et clinorhombique). En général, lorsque la substance présentait une forte électrisation résiduelle, la torsion produite variait avec la direction du cristal qui se trouvait être normale à l'armature.

» Récemment, M. Ricardo Arno (1) a observé la rotation de cylindres diélectriques dans un champ électrostatique tournant; il attribue cette rotation à une hystérésis diélectrique analogue à l'hystérésis magnétique. Les résultats de mes expériences ne me permettent pas la même conclusion. La rotation de disques diélectriques telle que je l'ai observée dans un champ électrique alternatif me paraît être due à des phénomènes de conduction extérieure ou intérieure. J'ai remarqué que l'hétérogénéité du diélectrique joue un rôle important dans ce phénomène; ce sont les diélectriques hétérogènes qui produisent les plus fortes actions sur le disque. Malgré de nombreux essais, je n'ai pu réussir à faire tourner un disque diélectrique dans un champ électrique produit par une bobine d'induction excitée par des courants alternatifs. La self-induction de la bobine ne permettait probablement pas des variations suffisamment brusques des charges des armatures, tandis que, avec le commutateur que j'ai employé, le passage d'une charge à une charge nulle s'effectue instantanément (2). »

---

(1) *La Lumière électrique*, t. XLVI, p. 537.

(2) Ce travail a été fait au Laboratoire de Physique de l'Université de Genève et sera publié prochainement *in extenso*.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chloroborate de fer et sur une méthode de préparation de chloroborates isomorphes avec la boracite.* Note de MM. G. ROUSSEAU et H. ALLAIRE, présentée par M. Troost.

« Les méthodes de Minéralogie synthétique ont permis de reproduire, non seulement la plupart des espèces minérales dans leur état actuel, mais encore de nouveaux composés qui en dérivent par remplacement d'un ou plusieurs éléments. Certaines espèces naturelles sont devenues ainsi les types de familles nombreuses de corps, présentant entre eux une similitude complète de forme cristalline et de composition chimique et qui prennent naissance dans des conditions pareilles.

» De toutes les séries réalisées par cette voie, la plus frappante est peut-être celle des apatites et des wagnérites artificielles. H. Sainte-Claire Deville et Caron avaient commencé par substituer à la chaux et à la magnésie de ces chlorophosphates diverses bases, telles que la baryte, la strontiane, le manganèse et le fer. Plus tard, H. Debray et M. Lechartier ont pu produire des apatites arséniées, tandis que M. Hautefeuille réussissait à former des chlorovanadates isomériques avec la wagnérite. Enfin, M. Ditte, généralisant encore cette méthode, est parvenu à obtenir un groupe de composés appartenant tous au type cristallin de l'apatite ou de la wagnérite, en y remplaçant le chlore par du brome, de l'iode ou du fluor.

» Nous avons pensé que d'autres espèces minérales seraient aptes à engendrer par substitution de nouveaux groupes de corps isomorphes. Par la complexité de sa molécule, où le borate de magnésie est associé au chlorure de magnésium, la boracite offre quelque analogie avec l'apatite et la wagnérite, et nous avons tenté d'y remplacer le magnésium et le chlore par d'autres éléments. L'expérience a justifié nos prévisions. Nous publions aujourd'hui, comme exemple, nos résultats relatifs au chloroborate de fer.

» La méthode que nous avons suivie dans tous ces essais consiste à faire réagir au rouge un chlorure métallique en vapeurs sur le borate de chaux naturel ou mieux sur le boronatrocalcite. Nous avons constaté en effet que, d'une façon générale, on n'obtient pas de produits cristallisés par fusion directe du borate de chaux avec les chlorures. Dans le cas du chloroborate de fer, cette réaction devenait d'une application délicate par

suite du peu de volatilité du chlorure ferreux. Nous avons réussi à tourner la difficulté à l'aide de l'artifice suivant.

» On étire à la lampe un long tube de verre vert d'un assez grand diamètre et l'on y introduit, par l'extrémité restée ouverte, du perchlorure de fer anhydre qu'on tasse en une colonne de $0^m,20$ à $0^m,25$ dans la partie voisine de la pointe effilée; on maintient en place le perchlorure à l'aide d'un tampon d'amiante, puis on dispose dans la partie antérieure du tube un mélange de quelques grammes de borate de chaux avec un grand excès de pointes de Paris ou de fil de clavecin noué en petits paquets. Pendant toute la durée de l'expérience, on fait passer dans le tube, par la pointe effilée, un courant lent d'acide carbonique sec; quand l'appareil est bien purgé d'air, on chauffe au rouge sur une grille à gaz la portion du tube qui renferme le borate de chaux, puis, à l'aide d'une petite étuve à air, on porte jusque vers 330° la colonne de perchlorure de fer dont on détermine ainsi la distillation rapide. Au contact du fil de fer, le chlorure ferrique se transforme en protochlorure qui réagit aussitôt sur le borate de chaux. Après une heure de chauffe, la transformation est totale. On retire alors le feu et, dès que le tube est refroidi, on détache à l'aide d'un trait de lime la partie qui renferme la boracite, puis on la plonge dans une éprouvette remplie d'eau distillée. Le chlorure ferreux se dissout bientôt; il devient dès lors facile de séparer la boracite du fer inattaqué et de la purifier par des lavages à l'eau bouillante.

» La composition du produit correspond sensiblement à celle d'une boracite dont le magnésium aurait été remplacé par du fer, et concorde avec la formule

$$6FeO, 8Bo^2O^3, FeCl^2 \ (^1).$$

Toutefois, l'analyse montre qu'une petite proportion de chaux y remplace isomorphiquement une quantité équivalente de protoxyde de fer.

» Le chloroborate de fer cristallise en cubes transparents d'une couleur grisâtre et qui agissent sur la lumière polarisée. Cette propriété optique montre que ces cristaux, comme ceux de la boracite naturelle, présentent en réalité une symétrie pseudocubique. Ils se dissolvent lentement dans l'acide nitrique et sont rapidement désagrégés par les carbonates alcalins en fusion.

» En faisant passer sur le borate de chaux porté au rouge des vapeurs de chlorures de zinc et de cadmium, nous avons obtenu des cristaux pseudo-cubiques de boracites nouvelles. Nous nous occupons en ce moment de réaliser la formation, par un procédé analogue, des chloroborates de nickel, de cobalt et de manganèse.

---

(1) Calculé : $FeCl^2$ 11,35; FeO 38,59.

Trouvé : $FeCl^2$ 12,68, 12,72; FeO 34,41, 34,65; CaO 2,60.

Si l'on tient compte que 2,60 de CaO équivalent à 3,34 de FeO, on aura, en calculant la somme des bases en FeO, $S = 34,65 + 2,60 = 37,89$, ce qui concorde approximativement avec le nombre théorique. On remarquera que les résultats analytiques indiquent dans le chloroborate un léger excès de chlorure de fer. Celui-ci, par suite de sa faible volatilité, reste interposé entre les lamelles cristallines comme l'eau mère dans un certain nombre de cristaux.

» Nous publierons prochainement le résultat de nos recherches pour substituer le brome, l'iode et le fluor au chlore des boracites, comme M. Ditte a réussi à le faire pour les apatites et les wagnérites. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur dégagée dans la combinaison du brome avec quelques substances non saturées de la série grasse.* Note de MM. **W. Louguinine** et **Irv. Kablukov.**

« Les recherches dont nous publions actuellement la première partie ont pour but de combler une lacune importante dans la Thermochimie et de déterminer les chaleurs dégagées dans la combinaison du brome avec les substances non saturées.

» Nous communiquons actuellement les résultats de nos expériences sur les chaleurs de combinaison du brome avec quelques substances non saturées de la série grasse. Nous nous sommes servis, dans ces recherches, du laboratoire en platine de M. Berthelot, décrit dans le Tome I (p. 239) de la *Mécanique chimique*. Nous opérions de la manière suivante : Le laboratoire soigneusement desséché et fermé par des bouchons était pesé d'abord vide et puis avec à peu près 80^{gr} de CCl^4, dont nous nous servions comme dissolvant; nous avions choisi, dans ce but, CCl^4, vu que le brome n'agit pas sur cette substance et qu'un dissolvant était absolument nécessaire, car autrement la réaction se produisait avec trop de violence et était accompagnée de substitutions du brome dans la substance étudiée. Nous introduisions dans le laboratoire une quantité déterminée de la substance étudiée dont nous prenions généralement un certain excès.

» Le laboratoire avec la substance était également pesé. Le brome était pesé avec une précision de $\frac{1}{10}$ de milligramme, dans une ampoule de verre terminée par un tube. Cette ampoule était placée au fond du laboratoire et le tube passait par une ouverture du bouchon parafiné qui formait le col du laboratoire. Le bouchon était traversé en outre par une tige de platine assez forte, à la partie inférieure de laquelle était fixé un petit agitateur hélicoïdal qui servait à mélanger les substances placées dans le laboratoire pendant la réaction. Dans les ailes de cette petite hélice nous avions établi deux ouvertures traversées par la tige de l'ampoule à brome au-dessus de laquelle l'hélice était immédiatement placée. Le laboratoire ainsi installé était fixé dans un calorimètre contenant à peu près 1300^{gr} d'eau, dans laquelle il plongeait complètement; il ne ressortait de l'eau qu'une partie de la tige de l'agitateur et du tube en verre de l'ampoule.

» L'expérience calorimétrique se faisait de la manière usuelle; immédiatement après la dixième lecture de la période initiale, on frappait avec un léger marteau de bois le bout du tube de l'ampoule qui se brisait en heurtant le fond du laboratoire; immédiatement après, on mélangeait le contenu du laboratoire à l'aide de l'agitateur de platine plongé dans le laboratoire, la réaction se produisait assez vite et la période principale de l'expérience ne durait guère que sept minutes et au plus douze. Le calcul des résultats des expériences se faisait de la manière habituelle, en appliquant la correction pour le refroidissement calculée par la méthode Regnault; cette correction ne dépassait guère 2 à 3 pour 100 de l'élévation de température totale; elle n'a atteint que deux ou trois fois 6 pour 100. L'expérience était calculée en prenant les substances mises en réaction et le produit de la réaction dissous dans le chlorure de carbone; la chaleur spécifique de ce dernier nous étant inconnue, nous n'avons pas cru faire une erreur appréciable en admettant pour elle la valeur que Kopp a trouvée pour C^2Cl^6. Comme contrôle de nos expériences, nous avons soumis le produit de la réaction à deux différents modes d'analyses.

» On les distillait sous une faible pression (80^{mm}) pour éloigner le dissolvant et l'excès de substance mise en réaction, on déterminait le brome dans le résidu par la méthode Carius et l'on introduisait dans le laboratoire, sans le déboucher, de l'eau, et, en agitant fortement, on faisait dissoudre le HBr qui pouvait s'être formé; puis on recueillait dans un flacon le contenu du laboratoire et on déterminait HBr par titration.

» Nous avons étudié ainsi :

» 1° Le triméthyléthylène; 2° l'hexylène; 3° le diallyle; 4° l'alcool allylique; 5° le bromure d'allyle.

a. Le *triméthyléthylène,* soigneusement fractionné et distillant de 38° à 38°,5, nous a donné pour la réaction $C^5H^{10} + Br^2 = C^5H^{10}Br^2$, comme moyenne de trois expériences : $27\,285^{cal}$ pour 1^{mol} en gramme. L'expérience extrême diffère de cette moyenne de moins de $\frac{1}{9}$ pour 100; dans cette réaction il y avait à peine des traces de HBr dégagé; l'analyse par la méthode Carius a également donné des chiffres très satisfaisants; la réaction a été, pour certains cas, tout à fait nette (1).

(1) M. Berthelot a obtenu : C^2H^4 (gaz) + Br^2 liq. = $C^2H^4Br^2$ liq. : + $29^{Cal},3$ (*Ann. de Chimie et de Phys.*, 5e série, t. IX, p. 296; 1876 : nombre en réalité plus faible, si l'on suppose les autres carbures gazeux, ce qui donnerait avec C^5H^{10} un nombre voisin de 32,5.

» *b*. L'*hexylène* avait été soigneusement fractionné; la portion distillant entre 68°-68°,5 nous a donné pour la réaction et la molécule en gramme : $C^6H^{12} + Br^2 = C^6H^{12}Br^2$ 28843^{cal}; moyenne de trois expériences ne différant de l'expérience extrême que de $\frac{1}{3}$ pour 100.

» Dans ces expériences il a été dégagé de 0°,15 à 0°,37 pour 100 du brome total à l'état de HBr.

» *c*. Le *diallyle* pris pour l'expérience distillait à 59°,25.

» Dans ce cas un excès de substance pouvait amener des erreurs notables, car il pouvait se produire à côté de $C^6H^{10}Br^4$ également $C^6H^{10}Br^2$; c'est pourquoi nous n'avons pris qu'une quantité de diallyle correspondant exactement à la quantité de brome employé. Nous avons obtenu pour la réaction $C^6H^{10} + 2Br^2 = C^6H^{10}Br^4$ pour 1 molécule en gramme 56114^{cal} (56114), moyenne de trois expériences ne différant de l'expérience extrême que de 0°,45 pour 100.

» La quantité de brome dégagé à l'état de HBr variait de 0,4 à 0,6 pour 100.

» *d*. L'*alcool allylique*, étudié par nous, distillant de 95°,7 à 96° nous a donné pour la réaction $C^3H^6O + Br^2 = C^3H^6Br^2O$ 27732^{cal}, moyenne de deux expériences différant des deux expériences d'à peu près 4° pour 100; malheureusement, dans ce cas, la réaction n'est pas nette, car il se dégage une quantité de HBr formant jusqu'à 2,6 pour 100 de la quantité totale du brome employé.

» *f*. Le *bromure d'allyle*, qui a servi à nos expériences, distille à 69°,75. Dans l'étude de ce corps il faut employer moins de dissolvant que pour les précédents et en prendre un peu moins de 50^{gr}, car autrement la réaction devient trop lente. En employant la quantité indiquée, on ne trouve qu'une quantité très petite de HBr (à peu près 0,15 pour 100). Dans cette réaction il reste toujours une certaine quantité de Br non combinée que nous avons déterminée par titration et soustrait de la quantité totale de brome pris en réaction; nous avons trouvé que la quantité de chaleur dégagée dans la réaction pour 1 molécule en gramme

$$C^3H^5Br + Br^2 = C^3H^5Br^3 : 26695^{cal};$$

moyenne différant de l'expérience extrême d'à peu près 1 pour 100.

» Nous croyons pouvoir conclure de ces expériences :

» 1° Que la chaleur dégagée dans la combinaison du brome aux hydrocarbures étudiés croît quand on monte dans la série des homologues;

» 2° Que la présence d'un atome Br remplaçant H dans les hydrocar-

bures non saturés que nous avons étudiés ralentit considérablement la vitesse de la réaction d'addition du brome;

» 3° Qu'en présence du groupe OH la réaction d'addition cesse d'être nette et est accompagnée d'une réaction de substitution. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le licarhodol dérivé du licaréol.* Note de M. **Ch. Barbier**, présentée par M. Friedel.

« La réaction de l'anhydride acétique sur le licaréol à 150°, en vase clos, fournit, en même temps que le licarène actif, une forte proportion d'un éther acétique qu'il est aisé d'obtenir très pur par quelques rectifications dans le vide.

» Cet éther répond à la formule brute $C^9H^{15}-CH^2OC^2H^3O$; c'est un liquide incolore, insoluble dans l'eau, doué d'une forte odeur d'angélique, bouillant à 135° sous une pression de $21^{mm},5$. Sa densité, à 0°, est égale à 0,9298. Ses indices de réfraction sont

$$n_r = 1,4594, \qquad \lambda_r = 645,$$
$$n_b = 1,4734, \qquad \lambda_b = 452,6,$$

à la température de 19°,5.

» Il agit faiblement sur la lumière polarisée, et donne une rotation de $-0°32'$, sous une épaisseur de $0^m,2$. La dissolution alcoolique de potasse saponifie très rapidement cet éther et met en liberté un nouvel alcool auquel j'ai donné le nom de *licarhodol*.

» Le licarhodol a donné à l'analyse des chiffres conduisant à la formule $C^{10}H^{18}O$. Il se présente sous forme d'un liquide huileux, incolore, insoluble dans l'eau, répandant une forte odeur de roses.

» Il bout à 122° sous une pression de 19^{mm}, sa densité à 0° est égale à 0,8952; ses indices à la température de 15°,3 sont

$$n_r = 1,4740, \qquad \lambda_r = 645,$$
$$n_b = 1,4893, \qquad \lambda_b = 452,6.$$

» Sous une épaisseur de $0^m,20$, il dévie de $-1°14'$ à la température de 20°4.

» Par oxydation, le licarhodol donne un aldéhyde $C^{10}H^{16}O^2$, présentant les mêmes propriétés chimiques que ceux qui dérivent du licaréol

dans les mêmes circonstances; de même que ce dernier, il fixe 2 molécules de brome. Ses produits de décomposition, sous l'influence d'une oxydation énergique, sont identiques à ceux que fournit le licaréol.

» Enfin, par l'acide chlorhydrique sec, le licarhodol engendre un dichlorhydrate $C^{10}H^{18}Cl^2$ dont les propriétés physiques et chimiques se confondent avec celles du dichlorhydrate de licarène.

» Le licarhodol présente donc la même composition et la même constitution que le licaréol, mais il en diffère par ses propriétés physiques, ainsi que le montre le Tableau ci-dessous :

	Licaréol.	Licarhodol.
Densité à 0°	0,8819	0,8952
Indices	$n_r = 1,4635$	1,4740
	$n_b = 1,4775$	1,4893
Point d'ébullition	198°-200°	225°-227°
	Actif.	très peu actif.

» Au point de vue chimique, l'action de l'anhydride acétique différencie nettement ces deux alcools; sous l'influence de ce réactif, le licarhodol se change intégralement dans son éther acétique, tandis que le licaréol donne le licarène $C^{10}H^{16}$ et l'éther acétique du licarhodol.

» Comme on le voit d'après ce qui précède, le licarhodol ne peut être envisagé que comme une forme stéréoisomérique stable du licaréol, et l'existence de ce stéréoisomère est une confirmation inattendue de la formule de constitution du licaréol, à laquelle je suis arrivé par des considérations d'ordre purement chimique. En effet, dans une Communication antérieure (1), j'ai représenté le licaréol par la formule

```
 CH³   CH³
   \  /
    CH
    |
CH - C = CH²
||
CH - C - CH² OH
    / \
   H   CH³
```

basée sur l'étude des réactions chimiques de ce corps et de ses produits

(1) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1062; 1893.

de dédoublement. Cette formule contient le résidu éthylénique

$$\begin{array}{l} CH- \\ \| \\ CH- \end{array}$$

$$\begin{array}{c} CH^3 \quad CH^3 \\ \diagdown \diagup \\ CH \\ | \end{array}$$

en relation d'un côté avec le groupe $-C=CH^2$ et de l'autre avec le groupe $\begin{array}{c} -C-CH^2OH \\ \diagup \diagdown \\ H \quad CH^3 \end{array}$; c'est donc celle d'un corps appartenant à la catégorie des dérivés éthyléniques représentés par la formule générale

$$\begin{array}{l} CH\,R \\ \| \\ CH\,R'. \end{array}$$

» Or il est parfaitement établi actuellement que les composés possédant cette structure présentent l'isomérie stéréochimique. L'acide fumarique et l'acide maléique sont les types de ce genre d'isomérie ; dans le cas présent, le licaréol, forme naturelle, correspond à l'acide fumarique, tandis que le licarhodol, forme artificielle, répond à l'acide maléique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du sulfite de soude sur les sels d'amidophénols. Nouveau mode d'obtention d'amidophénols à partir de leurs sels.* Note de MM. **Aug. Lumière** et **A. Seyewetz.**

« On sait que les amidophénols sont difficilement isolables à l'état pur, à partir de leurs sels, à cause de la facilité avec laquelle ils absorbent l'oxygène de l'air dès qu'on les met en liberté par un alcali ou un carbonate alcalin. Il n'a même pas été possible jusqu'ici, en opérant ainsi, d'isoler les diamidophénols et les triamidophénols. On a obtenu des corps noirs et goudronneux dont l'étude des propriétés n'a pu être possible.

» Nous sommes arrivés à isoler plusieurs amidophénols à l'état pur, en utilisant, pour la décomposition de leurs sels, un corps à réaction alcaline faible, le sulfite neutre de soude, qui, grâce à ses propriétés réductrices, empêche l'oxydation de la base formée.

» Cette réaction n'est utilisable qu'autant que l'amidophénol formé est

peu soluble dans les solutions aqueuses de sulfite de soude et qu'il possède une basicité suffisamment faible pour ne pas se combiner à l'acide sulfureux. Dans le cas contraire, c'est le sulfite de la base qui prend naissance, avec d'autant plus de facilité, du reste, qu'il est moins soluble dans les solutions de sulfite de soude. C'est ce qui a lieu, comme nous le verrons plus loin, pour le *triamidophénol*. Nous n'avons étudié cette réaction que sur les sels des trois amidophénols suivants : le *paramidophénol* (1.4), le *diamidophénol* (1.2.4) et le *triamidophénol* (1.2.4.6), nous réservant de l'appliquer d'une façon plus générale aux isomères de ces corps. Ces sels, ainsi que le paramidophénol, base libre, ont acquis dans ces derniers temps une réelle importance industrielle à cause de leur emploi comme *développateurs photographiques*.

» 1° *Action du sulfite de soude sur le chlorhydrate de paramidophénol.* — Si l'on traite une solution aqueuse concentrée de chlorhydrate de paramidophénol par un excès de solution saturée de sulfite de soude, il se précipite aussitôt des paillettes cristallines blanches, qui, si la précipitation a lieu lentement, présentent un aspect nacré caractéristique. Ces cristaux recueillis, essorés, lavés à l'eau froide, puis séchés sur une brique poreuse d'abord et ensuite vers 30° ou 40°, fondent à 184° et possèdent toutes les propriétés du paramidophénol, décrites par Beilstein [1].

» On peut admettre que la réaction a lieu d'après l'équation suivante :

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}NH^2(HCl)\,(1)\\ OH\qquad\quad(4)\end{matrix}\right. + SO^3Na^2 = C^6H^4\left\langle\begin{matrix}NH^2\,(1)\\ OH\;\;(4)\end{matrix}\right. + NaCl + SO^3HNa.$$

» En employant des quantités équimoléculaires de chlorhydrate de paramidophénol et de sulfite de soude en solutions aqueuses froides saturées, on obtient sensiblement le rendement théorique en base libre. Ainsi préparée, cette base, bien que blanche au début, noircit lentement à l'air. On peut éviter cette altération et obtenir un produit se conservant indéfiniment blanc en employant, pour la précipitation et le lavage du précipité, du sulfite de soude à réaction légèrement acide à la phénolphtaléine, puis recueillant le précipité sur filtre et le desséchant sur brique poreuse et à l'étuve vers 40°-50°.

» 2° *Action du sulfite de soude sur le chlorhydrate de diamidophénol* (1.2.4). — Le diamidophénol étant assez soluble dans les solutions de sulfite de

---

[1] *Handbuch der organ. Chemie*, t. II, p. 463.

soude, il faut, pour que la base prenne naissance, opérer la précipitation dans une solution rigoureusement saturée de sulfite de soude, contenant même quelques cristaux non dissous.

» On dissout dans 500^{cc} d'une solution de sulfite de soude à 25 pour 100 additionnée d'acide sulfureux jusqu'à réaction légèrement acide à la phénolphtaléine : 100^{gr} de chlorhydrate de diamidophénol ; la dissolution a lieu aussi facilement que dans l'eau seule, puis on ajoute dans la solution du sulfite de soude pulvérisé, jusqu'à ce qu'il en reste un excès non dissous dans le liquide. Après une ou deux minutes, on voit se précipiter de petites paillettes blanches qui envahissent peu à peu toute la masse du liquide. Si l'on isole ces cristaux par filtration, essorage et séchage sur une brique en plâtre, ils restent blancs à peine quelques minutes et deviennent spontanément brun-noir. On peut les conserver blancs après les avoir rapidement séchés, en les enfermant dans un flacon plein d'acide sulfureux : 100^{gr} de chlorhydrate de diamidophénol donnent 45^{gr} de substance.

» *Propriétés.* — Ce corps, extrêmement altérable à l'air, fond à 78°-80° en se décomposant. Il est assez soluble dans l'eau froide. Après lavage avec un peu d'eau froide, pour enlever le sulfite qui l'imprègne, nous avons constaté que ce corps ne renfermait ni soufre, ni chlore, ni soude. Son analyse ne peut être effectuée, à cause de sa très grande altérabilité, mais toutes ses propriétés nous permettent de conclure qu'on se trouve en présence du diamidophénol libre. Ce corps est assez soluble dans l'alcool, l'acétone, peu soluble dans l'éther, la benzine et le chloroforme, facilement soluble dans les acides et les alcalis. Toutes ces solutions se colorent en brun rouge à l'air. La solution aqueuse et celle dans les alcalis sont particulièrement avides d'oxygène. La solution aqueuse, additionnée de potasse ou de soude, se colore en rouge foncé à l'air et en bleu indigo si elle est additionnée d'ammoniaque.

» L'acide oxalique transforme la base en une poudre blanche, insoluble dans l'eau, peu altérable à l'air, qui est probablement un oxalate de diamidophénol et que nous nous proposons d'étudier spécialement.

» 3° *Action du sulfite de soude sur le chlorhydrate de triamidophénol* (1.2.4.6). — Si l'on fait une solution concentrée de chlorhydrate de triamidophénol [1] et qu'on l'additionne d'un excès de solution aqueuse

---

(1) Obtenu par réduction de l'acide picrique.

saturée de sulfite de soude, il se forme, après quelques minutes, un abondant précipité blanc. Ce corps, qui est très peu soluble dans l'eau froide, l'alcool, est lavé à l'eau froide par décantation, puis essoré, séché sur briques et finalement à l'étuve vers 40°-50°.

» 30gr de chlorhydrate de triamidophénol donnent 20gr de précipité.

» *Propriétés.* — Ce corps se présente en paillettes blanches, fondant à 120°-121°, en dégageant de l'acide sulfureux. Il se dissout vers 30° ou 40° dans les acides en dégageant de l'acide sulfureux, ainsi qu'à froid dans les alcalis. Toutes ces solutions absorbent plus ou moins rapidement l'oxygène de l'air : celles dans la potasse ou la soude se colorent en rouge intense à l'air et, dans l'ammoniaque, en bleu indigo. Ce corps, que nous avons reconnu ne renfermer ni chlore, ni soufre, a été soumis à un dosage de soufre. Voici les résultats du dosage :

Trouvé .... 14,1 pour 100 de soufre

Calculé pour la formule $C^6H^2 \begin{cases} -OH \\ -NH^2 \\ -NH^2 \\ -NH^2 \end{cases} (SO^3H^2)$ .... 14,7 pour 100

» C'est donc un *sulfite de triamidophénol* et non la base libre qui prend naissance par l'action du sulfite de soude sur le chlorhydrate de triamidophénol, probablement parce que le triamidophénol est une base plus énergique que les mono et diamidophénols. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Ptomaïne extraite des urines dans l'eczéma.* Note de M. **A.-B. Griffiths**, présentée par M. Brown-Séquard.

« La méthode qui m'a permis d'extraire cette ptomaïne urinaire a déjà été décrite dans les *Comptes rendus,* t. CXIII, p. 656.

» Cette base est une substance blanche, cristalline, soluble dans l'eau, à réaction faiblement alcaline. Elle forme un chlorhydrate, un chloraurate et un chloroplatinate cristallisés; elle donne un précipité brunâtre avec l'acide phosphotungstique, jaunâtre avec l'acide phosphomolybdique, jaune avec l'acide picrique, jaunâtre avec le nitrate d'argent. Le chlorure mercurique forme avec elle un précipité verdâtre. Elle est aussi précipitée par le réactif de Nessler.

» Les analyses de cette base ont donné les résultats suivants :

I	Substance employée	0gr,4372
	CO^2	1gr,0396
	H^2O	0gr,4602
II	Substance employée	0gr,0793
	Volume d'azote	7cc,6
	Température	21°
	Pression barométrique	742mm,5

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour $C^7H^{15}AzO$.
Carbone	64,94	»	65,12
Hydrogène	11,74	»	11,63
Azote	»	10,65	10,85
Oxygène	»	»	12,40

» Ces résultats assignent la formule $C^7H^{15}AzO$ à cette nouvelle ptomaïne.

» Cette base est vénéneuse. Une solution de cette ptomaïne (dans l'eau stérilisée), injectée sous la peau d'un lapin, produit une inflammation catarrhale au point d'injection, une forte fièvre, et finalement la mort.

» Cette ptomaïne, que j'ai nommée l'*eczémine*, ne se rencontre pas dans les urines normales; elle est donc bien formée dans l'économie au cours de cette maladie infectieuse. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la δ-achroglobine, globuline respiratoire contenue dans le sang de quelques Mollusques*. Note de M. A.-B. **Griffiths**, présentée par M. Brown-Séquard.

« J'ai déjà décrit trois globulines incolores, qui possèdent les propriétés d'oxygénation et de désoxygénation. Ces globulines incolores sont :

» L'α-achroglobine du sang de la *Patella* [1];

» La β-achroglobine du sang des *Chitons* [2];

» La γ-achroglobine du sang des *Tuniciers* [3].

(1) *Comptes rendus*, t. CXV p. 259.
(2) *Ibid.*, t. CXV, p. 474.
(3) *Ibid.*, t. CXV, p. 738.

» J'ai extrait une quatrième globuline du sang de quelques espèces de la *Doris,* et elle a été nommée δ-*achroglobine*.

» La méthode qui m'a permis d'extraire la globuline respiratoire du sang de la *Doris* a déjà été décrite dans les *Comptes rendus,* t. CXV, p. 259. La moyenne de trois analyses m'a conduit à la formule brute

$$C^{659}H^{792}Az^{165}SO^{153}.$$

» La δ-achroglobine existe à deux états, c'est-à-dire à l'état de δ-oxyachroglobine et de δ-achroglobine réduite. J'ai trouvé, en employant la pompe à mercure, que 100^{gr} de cette globuline respiratoire absorbent 125^{cc} d'oxygène, à 0° et 760^{mm}.

» Quand elle est dissoute dans une solution diluée de sulfate de magnésium, son pouvoir rotatoire spécifique pour la raie D est $[\alpha]_D = -54^{o}$.

» La δ-achroglobine se combine avec le méthane, l'acétylène et l'éthylène :

» CH^4 + δ-achroglobine est une combinaison jaunâtre;

» C^2H^2 + δ-achroglobine est une combinaison verdâtre;

» C^2H^4 + δ-achroglobine est une combinaison brunâtre.

» Ces combinaisons sont dissociables dans le vide. »

ZOOLOGIE. — *Sur le Plankton de la lagune nord de Jan Mayen.* Note de M. G. POUCHET.

« L'île de Jan Mayen présente, sur la côte nord et sur la côte sud, deux lagunes dont la constitution est la même; ce sont des lacs d'eau douce alimentés par les torrents qui tombent des glaciers environnants. Une digue étroite de sable et de galets sépare chaque lagune de la mer et en maintient les eaux à quelques mètres au-dessus du niveau de celle-ci. La lagune du sud est de formation récente; c'est une ancienne baie où les navires hollandais venaient autrefois mouiller. La lagune du nord, au contraire, est de formation ancienne, comme l'atteste la quantité considérable de bois flotté qui couvre aujourd'hui la digue.

» A l'époque (27 juillet 1892) où *la Manche,* sous les ordres du commandant Bienaimé, visita Jan Mayen, la lagune du nord était encore en partie couverte de glace, tandis que la mer environnante était complètement libre.

» Le commandant Bienaimé, à ma demande, voulut bien faire transporter sur la lagune un *berton* au moyen duquel je pus pratiquer une pêche de surface au filet fin sur les eaux centrales.

» Les circonstances ne nous permettaient pas de faire plus. Cette pêche avait un certain intérêt. L'expédition autrichienne, ne disposant pas d'ailleurs de filets aussi fins que les nôtres, n'avait pu reconnaître dans ces eaux douces l'existence d'aucun être vivant. Une pêche longtemps prolongée nous a prouvé que le Plankton y est d'une extraordinaire pauvreté.

» Malgré le temps exceptionnellement long pendant lequel nous avons traîné notre filet (c'était l'après-midi, par un ciel clair), il n'a presque rien rapporté. Nous avons fait de la pêche deux parts, dont une fut réservée en cas de perte ou d'accident de la seconde adressée à M. le comte Wilczek, afin qu'il fît faire lui-même l'étude de ce complément à la faune de l'île à laquelle son nom reste désormais attaché. M. le comte Wilczek s'en est remis à nous de ce soin. Nous résumons ici l'examen de cette pêche, la première qu'on ait faite à Jan Mayen, et dont le détail paraîtra dans le Volume, actuellement sous presse, que publie le Gouvernement sur le voyage de la *Manche*. Nous y avons trouvé :

» 1° Une Conferve et des débris de Siphonées (d'après les indications de M. Hariot, assistant au Muséum); 2° les kystes muqueux d'un Péridinien (probablement un *Gymnodinium*) mais dont nous n'avons pas trouvé d'individus libres; 3° des Infusoires voisins des Paramécies, d'autres voisins des Actinophrys, *Dinobryon Sertularia*, Ehr.; 4° des Rotifères qui sont ici les êtres dominants : *Anurea aculeata*, Ehr., *Polyarthra trigla*, Ehr., *Hydatina senta* (?); 5° un Tardigrade : le *Macrobiotus* de Dujardin; 6° une Anguillule; 7° un crustacé Copépode. Encore celui-ci n'est-il représenté dans nos préparations que par des mues très peu nombreuses d'individus non adultes et que l'on peut rapporter à une espèce du genre *Mesochra* (renseignement communiqué par M. E. Canu).

» Cette énumération d'êtres vivants rapportés par une seule pêche de surface si prolongée qu'elle ait été, et faite l'après-midi par un ciel clair, n'est évidemment pas complète. Elle suffit cependant à classer l'eau douce de la lagune du nord de Jan Mayen parmi les plus pauvres en Plankton que l'on puisse citer. »

ZOOLOGIE. — *Dimorphisme dans le développement des Hémosporidies* (¹).
Note de M. **Alphonse Labbé**, adressée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Nos recherches sur les Hémosporidies nous ont amené à observer chez *Drepanidium ranarum*, parasite intraglobulaire des Grenouilles (*Rana esculenta*) et chez *Drepanidium Danilevskii*, parasite du sang des Lézards (*Lacerta agilis, L. ocellata, L. viridis*), un double mode de reproduction, qui se traduit par une différence essentielle entre les spores (*macrospores, microspores*). Les cytocystes qui contiennent ces spores ne possèdent pas de membrane propre; lorsqu'ils sont contenus dans un leucocyte, ce qui n'est pas fréquent, le protoplasma de ce leucocyte, refoulé, forme la membrane même du cytocyste. Dans le cas général où le cytocyste est contenu dans un globule sanguin, la membrane kystique est formée par la mince paroi de globuline, seul vestige de l'hématie, le noyau ayant le plus souvent disparu. Le noyau du parasite prolifère et donne naissance à de très nombreux noyaux superficiels : je n'ai encore pu, vu l'extrême petitesse de ces noyaux, observer de mitose, bien que quelquefois deux noyaux soient encore réunis par un court filament chromatique. Cette prolifération de noyaux est le prodrome d'une segmentation du contenu du kyste qui se divise directement en sporozoïtes.

» Ces sporozoïtes varient suivant que l'on se trouve en présence d'un *cytocyste à macrospores* ou d'un *cytocyste à microspores*.

» Les premiers, que l'on rencontre dans la rate, les reins, la moelle des os, le foie, sont de taille très variable et se développent souvent dans les leucocytes. Les sporozoïtes, dans les deux espèces de *Drepanidium* ci-dessus indiquées, ont de 5 à 7 μ; tantôt il n'y en a que de 4 à 6 dans un même cytocyste; tantôt il s'en trouve 15 ou 20, groupés autour d'un ou deux reliquats de segmentation, comme les corpuscules falciformes des *Eimeria* ou des *Klossia* : dans ce cas, le cytocyste peut atteindre 18 à 20 μ (chez les Lézards). Ces derniers cytocystes, seuls connus jusqu'ici, répondent à ceux déjà décrits chez les Lézards par le Dr Pfeiffer. Les sporozoïtes sont ovalaires, avec un centre chromatique déjà formé.

» Tout autres sont les *cytocystes à microspores* que nous avons pu ob-

(¹) Travail du laboratoire de Zoologie expérimentale de la Sorbonne.

server, chez les Grenouilles et chez les Lézards, dans le foie et la rate de ces animaux. Ils ont environ de 20 à 25 μ chez *Drepanidium ranarum*, de 20 à 30 μ chez *D. Danilevskii*, et peuvent donner jusqu'à cinquante ou soixante sporozoïtes, très petits, ayant seulement de 3 à 5 μ, allongés comme des bactéries, mais pourvus d'une tache nucléaire. Il y a toujours un, quelquefois deux reliquats de segmentation. Dans ce dernier cas, l'orientation des sporozoïtes autour de ces reliquats fait supposer que l'on se trouve en présence de cytocystes doubles, dérivant vraisemblablement d'une conjugaison ([1]).

» Il y a donc un dimorphisme très marqué dans la sporulation des Drépanidiens.

» Il n'est pas moins intéressant de constater l'époque à laquelle on rencontre les deux sortes de cytocystes. En effet, tandis que les cytocystes à macrospores se rencontrent aussi bien au printemps qu'à l'automne, c'est seulement au début de l'été, vers les mois de mai et juin, que l'on peut trouver les cytocystes à microspores, c'est-à-dire au moment où la vie active recommence pour les Drépanidiens, qui circulent alors par milliers dans le sang des animaux infestés. A l'infection chronique vient donc se superposer une infection aiguë, se traduisant par véritables poussées parasitaires, chaque éclosion de cytocystes à microspores mettant en circulation un bien plus grand nombre de germes que les cytocystes chroniques.

» Le dimorphisme que nous venons d'établir peut jeter un nouveau jour sur plusieurs questions de l'histoire des Sporozoaires. Nous nous réservons de chercher si l'hypothèse d'un dimorphisme analogue ne serait pas applicable aux *Cytamœbiens* (parasites de la malaria de l'homme et des oiseaux) qui forment un groupe si voisin de celui que nous étudions.

» Quant aux Coccidies, malgré de nombreuses observations, nous n'avons pu constater de double développement, bien que nous ayons observé de vraies poussées infectieuses aiguës. Aussi, quoique les faits précédents semblent un appoint à la théorie si vivement combattue du D[r] Pfeiffer, il faut se garder de trop tôt généraliser des observations isolées, et conclure que *tous* les Sporozoaires, à l'exception des Grégarines, ont un mode de développement double (*Schwärmercysten* et *Dauercysten*). »

([1]) Nous avons pu retrouver chez le *D. Danilevskii* une *conjugaison latérale* toute semblable à celle que nous avons déjà signalée chez *D. ranarum*.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur des brumes odorantes observées sur les côtes de la Manche*. Note de M. S. **Jourdain**.

« J'ai eu fréquemment l'occasion d'observer des brumes odorantes sur les côtes du Calvados et de la Manche.

» Ces brumes se montrent dans la belle saison, au printemps en particulier. Sans exception, elles sont apportées par les courants de nord-est; jamais je ne les ai vues se produire dans une autre aire de vent. Elles apparaissent surtout dans la matinée. Leur durée est variable. Elles peuvent persister une partie de la journée ou se faire sentir pendant quelques minutes seulement.

» Le terme de *brume* appliqué à ce phénomène n'est pas rigoureusement exact; il n'y a pas, en effet, de brume à proprement dire. Il existe alors dans l'atmosphère une légère vapeur d'un gris bleuâtre, qui étend comme un glacis sur les objets éloignés. A ce moment l'air est très sec.

» L'odeur de cette brume est très caractéristique; c'est l'odeur dite de *charbon,* c'est-à-dire celle des gaz qui se dégagent du charbon de bois qui commence à s'allumer ou brûle incomplètement. C'est aussi celle des fours à chaux en activité, à tel point qu'à Bayeux on disait autrefois : « Le » temps est au beau, on sent les fours à chaux ». Il existait en effet au nord-est de cette ville des fours, aujourd'hui abandonnés, auxquels on rapportait les vapeurs odorantes répandues dans l'atmosphère. Je soupçonne que, dans l'air recueilli au moment où le phénomène se produit, l'analyse chimique décèlerait la présence des gaz qui se dégagent dans la combustion du charbon.

» J'ai observé ces brumes à Saint-Vaast-la-Hougue et à Portbail. La première de ces localités est située à la pointe nord-est de la presqu'île de Cotentin, l'autre sur la côte occidentale de cette même presqu'île. A Saint-Vaast le nord-est est un vent de mer et à Portbail un vent de terre. Les brumes de Saint-Vaast démontrent que ces effluves odorantes ne sont pas des émanations du sol. C'est, à mon avis, un phénomène cosmique.

» On peut se demander si ce phénomène n'exerce point une action quelconque sur l'organisme, admettant, comme je le suppose, que ces effluves contiennent des gaz toxiques, en petite quantité à la vérité. Peut-être ces gaz existent-ils normalement dans les courants de nord-est et deviennent-

ils sensibles à l'odorat quand leur proportion s'accroît. Dans la période de sécheresse que nous traversons, où le vent de nord-est règne sans discontinuité, les brumes odorantes sont devenues très fréquentes.

» J'ai observé d'autres effluves odorantes accompagnant de véritables brouillards, mais elles diffèrent beaucoup par leur odeur des brumes dont je viens de parler. »

M. Teguor adresse de Naples deux Notes, l'une relative au mouvement de rotation d'un corps solide, l'autre sur le théorème de Fermat dans le cas de l'exposant égal à 4.

M. C. Huc adresse un Mémoire sur « la matérialité de l'Électricité. »

M. S. Bernheim adresse une Note ayant pour titre : « Expérimentations alimentaires et hygiéniques faites à l'aide de la *solphine* ».

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 mai 1893.

La Chimie au moyen âge, ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique, par M. Berthelot, Sénateur, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. Tome I : *Essai sur la transmission de la Science antique au moyen âge*, etc. Tome II : *L'Alchimie syriaque*. Tome III : *L'Alchimie arabe*, etc. Paris, Imprimerie nationale, 1893; 3 vol. in-4°.

Notice sur la vie et les travaux de Léon Lalanne, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Membre de l'Institut, Sénateur, par M. Chambrelent, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Membre de l'Institut. (Extrait

des *Annales des Ponts et Chaussées,* mai 1893.) Paris, Vve Ch. Dunod, 1893; 1 br. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon. Classe des Sciences. Vol. XXXe et XXXIe. Paris, J.-B. Baillière. Lyon, Ch. Palud, 1889-1890; 2 vol. gr. in-8°.

Ministère de l'Agriculture. Direction de l'Agriculture. Bulletin, Documents officiels. Statistiques. Rapports. Comptes rendus de missions en France et à l'Étranger. Douzième année, n° 1. Paris, Imprimerie nationale, mars 1893; 1 fasc. gr. in-8°.

Annales de l'École de plein exercice de Médecine et de Pharmacie de Marseille, publiées sous les auspices de la Municipalité. Années 1891 et 1892. Marseille, Barlatier et Barthelet, 1892; 2 vol. gr. in-8°.

Étude sur la Théorie mécanique de la chaleur, par Ch. Brun, ancien ingénieur de la Marine. Paris, L. Baudoin, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

Mathématiques et Mathématiciens. Pensées et curiosités recueillies par Rebière. Paris, Nony et Cie; 1893.

Métamorphoses de la chaleur. Thermodynamique élémentaire, etc., par D.-A. Casalonga, ingénieur civil. Paris. 1 br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 MAI 1893,

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE. — *Études sur les réseaux diffringents. Anomalies focales;* Note de M. **A. Cornu**.

« 1. Les réseaux diffringents servent aujourd'hui presque exclusivement à la détermination précise des longueurs d'onde lumineuses : quelque parfaits que soient aujourd'hui ces appareils au point de vue de la définition des raies spectrales depuis les progrès réalisés par Rutherfurd et M. le prof. Rowland, ils présentent encore parfois diverses anomalies qui pourraient jeter quelques doutes sur la rigueur des principes optiques sur lesquels ils sont fondés. Il importe donc d'étudier en détail ces perturbations, d'en déterminer les lois et les causes, condition essentielle pour pouvoir en apprécier l'influence sur la précision des mesures, éliminer les erreurs qu'elles entraînent et perfectionner la construction ou l'usage des réseaux diffringents.

» Cette étude, un peu ingrate, m'a occupé souvent depuis l'époque déjà éloignée de mes premières observations sur les propriétés focales des réseaux ([1]) : j'ai été conduit à construire une machine traçant automatiquement des traits espacés suivant des lois déterminées, de manière à produire et amplifier à volonté les anomalies dont je voulais vérifier l'origine; au milieu des difficultés pratiques si nombreuses qui compliquent la construction des réseaux, j'ai cherché à démêler les causes systématiques de perturbations et à en dégager les éléments purement géométriques : les modifications successives apportées à cette machine, dont j'aurai bientôt l'occasion de donner une description succincte, m'ont suggéré quelques résultats intéressants à divers titres que je demanderai à l'Académie la permission de lui communiquer successivement : ce sont presque tous des énoncés de Cinématique ou de Géométrie d'où a disparu la trace des essais longs et laborieux qui leur ont donné naissance.

Anomalies focales.

» 2. Parmi les perturbations délicates auxquelles sont sujets des réseaux, d'ailleurs très parfaits comme définition des images spectrales, on doit signaler des erreurs systématiques dans la position du foyer de ces images, erreurs incompatibles avec la théorie du réseau régulier.

» L'ensemble des observations m'a conduit à attribuer ces anomalies à deux causes distinctes et purement géométriques :

» 1° Dans le cas des *réseaux plans,* à l'existence d'une faible courbure de la surface sur laquelle a été exécuté le tracé;

» 2° Dans le cas des *réseaux plans ou courbes,* à l'existence d'une variation régulière dans la distance des traits.

» Ces deux causes existent le plus souvent à la fois, ce qui rend assez complexes les lois du phénomène optique.

» *Courbure anomale de la surface.* — La difficulté d'obtenir une surface parfaitement plane explique l'existence de cette courbure généralement sphérique d'une manière approchée et le plus souvent convexe : lorsque la surface est irrégulière, les images spectrales sont défectueuses; les raies perdent toute netteté. Toutefois, quand la surface striée est assimilable à une portion de surface du second degré et offre un plan de symétrie parallèle aux traits, les images des raies spectrales peuvent être parfaitement

---

([1]) *Comptes rendus,* t. LXXX, p. 645; 1875. *Association française, Congrès de Nantes,* p. 376. *Revue scientifique,* n° 12, 18 septembre 1875.

nettes : l'astigmatisme inévitable peut même être corrigé suivant une méthode que j'ai indiquée ailleurs ([1]).

» Cette remarque montre que, dans la présente étude des propriétés focales des réseaux, on peut faire abstraction de la courbure de la surface dans le plan parallèle aux traits et ne considérer que la courbure normale à ces traits. Ce qui revient à supposer le réseau tracé sur une surface cylindrique dont les traits sont des génératrices : la surface striée est donc caractérisée simplement par son rayon de courbure R. Toutes les démonstrations, ramenées à la Géométrie plane, deviennent alors très simples.

» *Anomalie dans la distribution des traits. Loi représentative.* — La difficulté d'obtenir une équidistance rigoureuse des traits explique la variation continue de leur distance : on représentera donc cette distance s, comptée à partir d'un trait pris comme origine, par la formule ([2])

$$s = bt + ct^2,$$

la variable t (représentant par exemple le nombre de tours ou de fractions de tours de la vis de la machine à diviser) prenant les valeurs 1, 2, 3...n. Le terme perturbateur ct^2 est positif ($c > 0$) si l'intervalle va en croissant dans le même sens que t; négatif ($c < 0$) dans le cas contraire.

» 3. *Interprétation cinématique de la loi admise. Paramètre caractéristique.* — Cette loi de progression de la distance des traits s'interprête par une image qui rend compte de la relation entre les coefficients b et c.

» Supposons que le réseau ait été tracé au moyen d'une vis tournant d'angles égaux δt, t croissant positivement : si l'on a $c = 0$ les traits sont équidistants et la vis offre un pas constant; le filet de la vis forme donc une hélice parfaite dont le développement sur un plan est une droite. Si l'on a $c > 0$ les traits sont de plus en plus espacés, pour $c < 0$ de plus en plus resserrés; la vis a donc un pas variable qui (si la vis était prolongée) finirait, dans un sens ou dans l'autre, suivant le signe de c, par devenir *nul* lorsque $\frac{ds}{dt} = 0$; ce qui aurait lieu à la distance $s_0 = -\frac{b^2}{4c}$, que nous désignerons plus loin par $-2P$; d'où l'on conclut aisément :

» *Lorsqu'un réseau présente dans la distance de ses traits une variation progressive représentée par la loi $s = bt + ct^2$, on peut le considérer comme tracé au moyen de la rotation d'une vis, dont le filet, développé sur un plan, serait un arc de parabole* ([3]), *l'axe de cette courbe étant parallèle à l'axe de la vis. La distance*

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. VII, p. 19.

([2]) Un terme en t^3 un peu notable introduirait des aberrations sensibles dans la formation des images focales; or, ces aberrations ne sont pas appréciables dans les réseaux considérés ici.

([3]) L'*hélice parabolique* est appliquée à la rayure des armes à feu.

du sommet de la parabole à l'origine, $s_0 = -\frac{b^2}{4c}$, *constitue un paramètre caractéristique de la vis et de tous les réseaux tracés avec cette vis, car il est indépendant du nombre de subdivisions du pas, c'est-à-dire de la distance moyenne des traits.*

» 4. *Relations qui régissent les anomalies focales.* — Nous allons démontrer ce résultat très important :

» *Les anomalies focales d'un réseau, dans le plan normal aux traits, sont entièrement définies par deux constantes linéaires : le rayon de courbure* R *de la surface et le paramètre* P *de la vis génératrice du tracé ; ces deux constantes sont liées aux données optiques et géométriques de l'expérience par deux équations très simples qu'on va établir comme il suit :*

» Soient (*fig.* 1) :

ρ, ρ' sont les distances respectives des points de convergence des faisceaux incident et diffracté au centre M du réseau ;

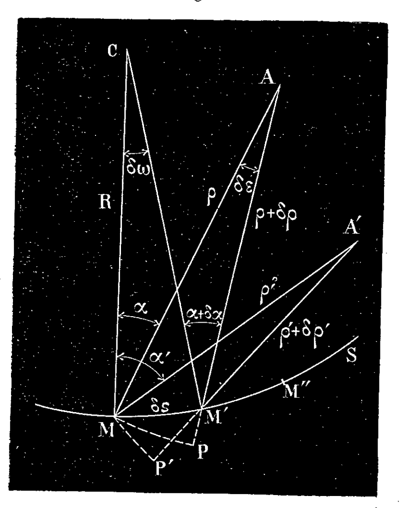
α, α' les angles respectifs des axes de ces faisceaux avec la normale au point d'incidence ;

R le rayon de courbure de la section droite MS du réseau ;

P le paramètre caractéristique de la loi de distribution des traits ;

e leur intervalle moyen.

Fig. 1.



» Considérons une onde cylindrique émanée d'un point A et rencontrant deux traits consécutifs M et M' du réseau ; la différence des chemins parcourus par la lumière est AM — AM' ou $\rho - (\rho + \delta\rho) = - d\rho$,

$$(1) \qquad -\delta\rho = \delta s \sin\alpha \qquad \text{avec} \qquad \rho\,\delta\varepsilon = \delta s \cos\alpha,$$

en appelant δs l'intervalle très petit du trait MM' correspondant à la variation δt dans

l'expression $s = bt + ct^2$ (s compté positivement dans le sens MS) et α l'angle MA'M'. Chacun des deux traits devenant le centre d'ondes diffractées, un point A' situé à l'intersection de ces deux ondes sera un point de concordance vibratoire si la différence des chemins $M'P + M'P'$ est un nombre entier positif ou négatif de longueurs d'ondes; on aura donc

$$(2) \qquad \delta\rho + d\rho' = -m\lambda \qquad \text{ou} \qquad \delta s(\sin\alpha + \sin\alpha') = m\lambda,$$

la longueur d'onde étant, comme la distance des traits, traitée comme un infiniment petit.

» Si l'on considère un troisième trait M'' (défini par un nouvel accroissement constant δt de la variable t) comme associé au deuxième M', la condition de concordance sera la même sauf qu'il faudra changer t en $t + \delta t$, α en $\alpha + \delta\alpha$, α' en $\alpha' + \delta\alpha'$; mais $m\lambda$ comme δt restera constant; cela reviendra à égaler à zéro la différentielle de l'équation (2)

$$(3) \qquad \delta^2 s(\sin\alpha + \sin\alpha') + \delta s(\cos\alpha\,\delta\alpha + \cos\alpha'\,\delta\alpha') = 0.$$

» Or on a, en appelant $\delta\omega$, $\delta\varepsilon$, $\delta\varepsilon'$ les angles infiniment petits C, A et A'

$$(4) \qquad \begin{matrix} \delta\alpha = \delta\omega - \delta\varepsilon \\ \delta\alpha' = \delta\omega - \delta\varepsilon' \end{matrix} \qquad \text{avec} \qquad \delta s = R\,\delta\omega \qquad \text{et} \qquad \begin{matrix} \rho\,\delta\varepsilon = \delta s\cos\alpha \\ \rho'\,\delta\varepsilon' = \delta s\cos\alpha' \end{matrix}.$$

» Éliminant $\delta\omega$, $\delta\varepsilon$, $\delta\varepsilon'$ et divisant (3) par δt^2, il vient

$$(5) \qquad \frac{\delta^2 s}{\delta t^2}(\sin\alpha + \sin\alpha') + \left(\frac{\delta s}{\delta t}\right)^2 \left[\frac{\cos^2\alpha'}{\rho} + \frac{\cos^2\alpha'}{\rho'} - \frac{\cos\alpha + \cos\alpha'}{R}\right] = 0.$$

» Assimilant ces quotients de quantités très petites aux dérivées $\frac{d^2 s}{dt^2}$ et $\frac{ds}{dt}$, on en conclut les valeurs suivantes, qui se rapportent au *trait-milieu* du réseau ($t = 0$) qu'on prend comme origine

$$\frac{d^2 s}{dt^2} = 2c, \qquad \left(\frac{ds}{dt}\right)^2 = b^2, \qquad \text{dont le quotient est} \qquad P = \frac{b^2}{2c}.$$

» Finalement l'équation (5) prend la forme symétrique

$$(6) \qquad \frac{\cos^2\alpha}{\rho} + \frac{\cos^2\alpha'}{\rho'} = \frac{\cos\alpha + \cos\alpha'}{R} - \frac{\sin\alpha + \sin\alpha'}{P},$$

à laquelle il faut adjoindre l'équation (2) mise sous la forme

$$(7) \qquad e(\sin\alpha + \sin\alpha') = m\lambda \qquad \text{en posant} \qquad e = b\,\delta t,$$

e représentant, on le voit aisément, l'*intervalle moyen* des traits du réseau.

» Telles sont les relations qui régissent les anomalies focales.

5. *Discussion de ces formules. Courbes focales conjuguées.* — L'équation (6) établit la relation qui lie la distance focale $\rho' = MA'$ (*fig.* 1) d'une onde cylindrique de longueur d'onde λ, diffractée dans le spectre d'ordre m, lorsque la distance de la source est $\rho = MA$:

» 1° Cette équation étant symétrique en ρ et α d'une part et ρ' et α' de l'autre, les points A et A' sont de véritables foyers conjugués, on peut

donc intervertir leurs définitions et considérer A′ comme source et A comme foyer ou inversement;

» 2° Pour chaque position de la source ($\rho = \text{const.}$, $\alpha = \text{const.}$), la position d'un foyer A′ est indéterminée d'après la seule équation (6); cette équation représente donc le lieu géométrique en coordonnées polaires (ρ', α') de toutes les positions que le foyer du faisceau diffracté, conjugué de la source peut occuper dans le plan de diffraction : c'est donc l'équation de la *courbe focale* correspondant à une position donnée de la source;

» 3° La *courbe focale* A′ ne passe pas en général par la source A; il y a donc une *famille de courbes focales* dont le paramètre est défini par la substitution des coordonnées (ρ, α) de la source dans l'équation (6);

» 4° Le lieu des positions A de la source qui correspondent à la même courbe focale A′ a évidemment pour équation

$$(8) \qquad \frac{\cos^2\alpha}{\rho} - \frac{\cos\alpha}{R} + \frac{\sin\alpha}{P} = k;$$

mais alors l'équation de la courbe focale A′ est nécessairement

$$(8\ bis) \qquad \frac{\cos^2\alpha'}{\rho'} - \frac{\cos\alpha'}{R} + \frac{\sin\alpha'}{P} = -k,$$

pour satisfaire à l'équation (6); elle ne diffère de la précédente que par le signe de la constante k.

» Ces deux familles de *courbes* sont donc *conjuguées*.

» 6. *Courbe focale principale*. — Le paramètre k peut prendre la valeur zéro : alors les deux courbes conjuguées correspondant à $k = 0$ coïncident; leur équation commune est

$$(9) \qquad \frac{\cos\alpha}{\rho} - \frac{\cos\alpha}{R} + \frac{\sin\alpha}{P} = 0.$$

» Cette courbe jouit donc de la propriété de passer par tous les foyers et par la source; elle est *unique* pour le réseau donné et ne dépend que du rayon de courbure R et du paramètre P; on voit qu'elle est indépendante de la distance moyenne des traits.

» Je propose de l'appeler *courbe focale principale*.

» Elle affecte, suivant le rapport existant entre R et P, des formes très diverses, qui dérivent du type de la *cissoïde de Dioclès* à laquelle d'ailleurs elle se réduit lorsque la courbure du réseau devient nulle ($R = \infty$). On peut en effet mettre l'équation (9) sous les formes suivantes :

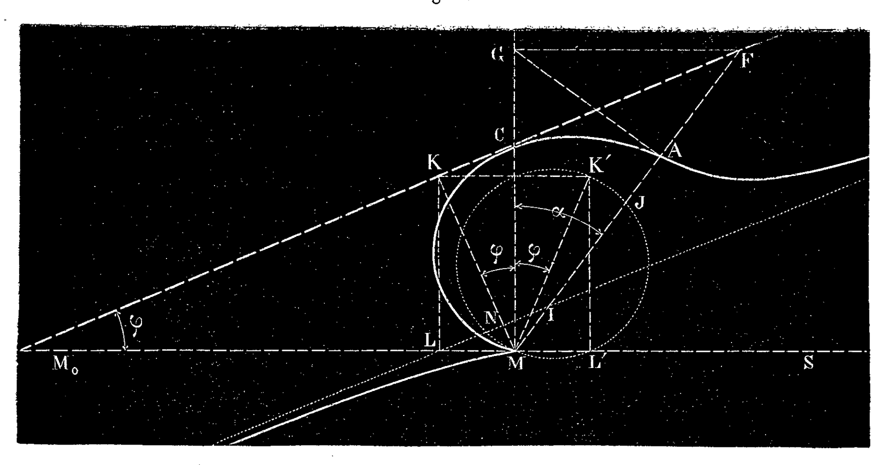
$$(10) \qquad \rho = \frac{\cos^2\alpha}{\dfrac{\cos\alpha}{R} - \dfrac{\sin\alpha}{P}} = \frac{PR}{H}\,\frac{\cos^2\alpha}{\cos(\alpha+\varphi)}$$

en posant

$$R = H\sin\varphi, \qquad \text{d'où} \qquad \tan\!g\,\varphi = \frac{R}{P},$$
$$P = H\cos\varphi, \qquad\qquad H^2 = P^2 + R^2,$$

qui conduit à une construction géométrique très simple (*fig.* 2).

Fig. 2.



» On vérifie aisément que cette équation peut s'écrire aussi

$$(11) \qquad \rho = R\cos\varphi\left[\frac{\sin^2\varphi}{\cos(\alpha+\varphi)} + \cos(\alpha - \varphi)\right].$$

» Cette forme démontre évidemment que le rayon vecteur ρ est, comme celui d'une cissoïde, la somme de deux autres, celui d'une droite et celui d'un cercle; ce qui permet un second mode de construction.

» Un point A quelconque s'obtient d'après l'équation (10), à l'aide de la droite M_0C qui joint le centre de courbure C du réseau au point M_0, tel que $MM_0 = P$: en abaissant sur le rayon vecteur MF de cette droite la perpendiculaire FG sur MG et la perpendiculaire GA sur MF. La courbe a pour asymptote la droite LN dirigée sur $\alpha = 90^\circ - \varphi$ et distante de l'origine M de la quantité $MN = R\cos\varphi\sin\varphi$ qu'on obtient en abaissant les perpendiculaires MK sur M_0C, KL sur M_0M et LN sur MK.

» La seconde construction déduite de l'équation (11) s'obtient en portant sur le prolongement du rayon vecteur MJ du cercle construit sur MK' comme diamètre le rayon vecteur MI de la droite LN asymptote déjà définie. Le cercle a pour diamètre $MK' = R\cos\varphi$, K' étant le symétrique de K par rapport à MC, car il a pour équation $\rho = R\cos\varphi\cos(\alpha - \varphi)$.

» La figure correspond à $c < 0$, $P < 0$; les traits se resserrent vers la droite.

» 7. Cette seconde définition de la courbe focale principale conduit à

plusieurs vérifications immédiates en reproduisant comme cas particuliers des résultats déjà connus.

» Si l'on suppose le réseau de plus en plus parfait comme équidistance de traits, tout en conservant la même courbure, le point C reste fixe, mais le point M_0 s'éloigne vers l'infini ; l'angle φ devient de plus en plus petit; à la limite, la courbe focale devient (outre une droite parasite MS) le cercle utilisé par M. Rowland dans ses admirables réseaux concaves.

» Si, dans le réseau concave, il subsiste une petite erreur systématique de tracé, l'angle φ n'est pas absolument nul; la courbe focale principale se réduit encore sensiblement à un cercle, mais dont le diamètre est incliné de ce petit angle φ sur la normale au réseau. C'est le résultat auquel est parvenu récemment M. J.-R. Rydberg, d'une manière empirique, dans un Mémoire remarquable (*Académie de Stockholm*, t. XVIII, n° 9).

» Enfin, passant à des conditions inverses, si le réseau est sensiblement plan et présente une progression systématique notable dans la distance des traits, le point C s'éloigne à l'infini, l'angle φ devient droit; la courbe focale principale devient une cissoïde dont l'asymptote passe par M_0 et est normale au plan du réseau. On retrouve alors la disposition des foyers des spectres que j'ai indiquée dans mes premières recherches.

» Je me borne aujourd'hui à ces résultats purement géométriques, réservant pour une Communication ultérieure la description des méthodes expérimentales permettant les vérifications numériques de ces lois. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la volatilisation de la silice et de la zircone et sur la réduction de ces composés par le charbon;* par M. **Henri Moissan**.

« *Zircone*. — Lorsque l'on soumet la zircone à la haute température du four électrique, cet oxyde ne tarde pas à entrer en fusion. Aprés dix minutes d'expérience, en opérant avec un courant de 360 ampères et 70 volts, il se produit des fumées blanches très abondantes. Ces fumées sont formées par la vapeur de zircone, car à cette haute température, la zircone est en pleine ébullition. En condensant ces vapeurs sur un corps froid, on obtient une poussière blanche que l'on traite par l'acide chlorhydrique très étendu pour la débarrasser de la chaux qu'elle contient. Après lavage à l'eau distillée bouillante et dessiccation, il reste une poudre blanche qui, au microscope, se présente en masses blanches arrondies, ne présentant aucune parcelle transparente. Cette poudre fournit tous les caractères de la zircone. Elle raye le verre avec facilité et sa densité est de 5,10.

» On retrouve dans le creuset, après refroidissement, une masse de zircone fondue, présentant une cassure cristalline. Enfin, à l'intérieur du four, dans les parties moins chaudes, on rencontre parfois des cristaux caractéristiques de zircone; ils affectent la forme de dendrites transparentes, à éclat vitreux, rayant le verre et inattaquables par l'acide sulfurique.

» Cette zircone en fusion est réduite facilement par le charbon. Si l'on place une notable quantité de zircone dans un creuset de charbon, on retrouve en dessous de ce qui reste de zircone fondue un culot métallique de zirconium ne contenant ni carbone ni azote, mais renfermant des quantités variables de zircone.

» Au contraire, en mélangeant la zircone avec un excès de charbon, on obtient un corps d'aspect métallique, à cassure brillante, ne renfermant pas d'azote et qui, à l'analyse, nous a donné les chiffres suivants :

	1.	2.	3.
Carbone	4,22	4,60	5,10

» Lorsque le carbure de zirconium est plus riche en carbone, il se délite à l'air assez rapidement.

» Il suffit de fondre à nouveau ce carbure en présence d'un excès de zircone liquide pour l'affiner et obtenir le zirconium métallique. C'est un corps très dur rayant avec facilité le verre et le rubis. Sa densité a été trouvée égale à 4,25. Elle est donc très voisine de celle du zirconium de M. Troost, qui avait indiqué, comme densité de ce corps simple, 4,15. Les propriétés de ce métal ont été, du reste, très bien étudiées par notre confrère, et nous n'avons rien à ajouter à l'important Mémoire qu'il a publié sur ce sujet ([1]).

» *Silice*. — Les fragments de cristal de roche, placés dans un creuset de charbon, ont été soumis à l'action de l'arc électrique produit par un courant de 350 ampères et 70 volts. En quelques instants, la silice entre en fusion et, après sept ou huit minutes, l'ébullition commence.

» On voit alors sortir du four, par les ouvertures qui donnent passage aux électrodes, une fumée de couleur bleutée, plus légère que celle produite par la zircone. Tant que l'expérience se continue, ces vapeurs se dégagent en abondance. On peut les condenser en plaçant à quelque distance des orifices du four un cristallisoir retourné. L'intérieur de ce

([1]) Troost, *Recherches sur le zirconium* (*Comptes rendus*, t. LXI, p. 109; 1865).

cristallisoir se recouvre rapidement d'une couche légère de substance peu transparente, d'un blanc légèrement bleuté. En reprenant par l'eau le contenu du cristallisoir, et en examinant ce résidu à la loupe ou au microscope avec un très faible grossissement, on voit qu'il est surtout formé de sphères opalescentes rapidement solubles dans l'acide fluorhydrique. Ces petites sphères de silice, visibles à l'œil nu, sont pleines; elles présentent quelquefois en un point une partie creuse semblant indiquer que la silice fondue a diminué de volume en passant de l'état liquide à l'état solide. En même temps que ces sphères, on rencontre de nombreuses parcelles de silice amorphe.

» Lorsque l'on veut recueillir une notable quantité de ce produit, il est mieux d'employer un four dont le couvercle porte une ouverture laissant passer la vapeur de silice. On dispose une cloche en verre ou un récipient métallique au-dessus de cette ouverture, et l'on peut obtenir ainsi, en dix ou quinze minutes, une vingtaine de grammes d'une poudre blanche très légère qui est purifiée de la chaux entraînée par un lavage à l'acide chlorhydrique étendu.

» La forme de la silice condensée dépend naturellement de la vitesse de refroidissement de sa vapeur. Le refroidissement ne doit pas être trop rapide si l'on veut obtenir de nombreuses sphérules de silice.

» Cette silice est très soluble dans l'acide fluorhydrique, elle s'y dissout à froid en produisant un léger bruissement. Elle est attaquée facilement par l'hydrate de potasse en fusion et par les carbonates alcalins.

» Sa densité est de 2,4; elle est donc un peu inférieure à celle du cristal de roche; enfin, ces petites sphères rayent le verre avec facilité.

» En étudiant le dépôt qui se forme dans les globes de verre où l'on fait jaillir l'arc électrique pour l'éclairage, nous avons retrouvé de petites sphères de silice identiques à celles que nous venons de décrire. C'est donc surtout à la volatilisation de la silice que les globes de verre des lampes à arc qui ont fonctionné pendant un certain temps, doivent leur opalescence. Cette silice provient des impuretés des charbons électriques.

» Nous ajouterons que la silice, à cette température, est réduite avec facilité par le charbon, et fournit un carbure de silicium cristallisé dont nous poursuivons l'étude.

» En résumé, la zircone et la silice fondent rapidement dans le four électrique et, après sept ou huit minutes d'expérience, elles entrent en ébullition et prennent l'état gazeux. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation au four électrique de quelques métaux réfractaires : tungstène, molybdène, vanadium;* par M. **Henri Moissan**.

« Nous indiquerons, dans cette Note, la préparation facile du tungstène et des carbures de molybdène et de vanadium, en attendant que l'étude que nous poursuivons sur ce sujet nous permette de présenter à l'Académie quelques propriétés nouvelles de ces métaux réfractaires.

» *Tungstène.* — On sait que le tungstène peut se préparer assez facilement sous forme de poudre par réduction de l'acide tungstique au rouge dans un courant d'hydrogène. La poudre métallique ainsi obtenue n'a pu être fondue jusqu'ici qu'avec une très grande difficulté. Desprez a réussi à fondre de petites quantités de tungstène dans l'arc électrique fourni par 600 éléments Bunsen et dans une atmosphère d'azote. M. Riche ([1]) a pu aussi fondre le tungstène dans l'arc produit par 200 éléments Bunsen. Dans la flamme du chalumeau oxhydrique, le tungstène s'oxyde avec rapidité et disparaît bientôt en donnant des fumées d'acide tungstique.

» La préparation du tungstène, soit carburé, soit pur, se fait avec une grande facilité au four électrique. Le mélange d'acide tungstique et de charbon est placé dans le creuset du four et, en dix minutes environ, avec un courant de 350 ampères et 70 volts, on obtient un culot métallique d'environ 120^{gr}. Si l'on a pris soin d'y ajouter un grand excès d'oxyde, on peut obtenir, dès la première expérience, le métal pur; mais il est préférable de préparer la première fois un métal légèrement carburé qui est beaucoup plus fusible et de le refondre dans une deuxième opération, en présence d'un grand excès d'acide tungstique. On obtient, dans ces conditions, un métal brillant, très dur, d'une densité de 18,7. Lorsque le carbone est en excès, on obtient des fontes dont la composition est très variable. Quatre échantillons différents nous ont donné, à l'analyse, les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.
Carbone	0,64	2,74	4,56	6,33

» Ces fontes ont une cassure brillante, sont stables en présence de

([1]) Riche, *Recherches sur le tungstène et ses composés* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. V; 1857).

l'air et sont parfois recouvertes d'une belle couche d'oxyde bleu de tungstène.

» Ce métal nous a présenté la curieuse propriété de pouvoir fixer une grande quantité de carbone. Si l'on fait cette préparation du tungstène en présence d'un excès de charbon, non plus avec un courant de 400 ampères, mais avec un courant de 1000 ampères et 70 volts, c'est-à-dire en présence d'un arc beaucoup plus puissant, on obtient une fonte beaucoup plus riche en carbone, qui nous a donné à l'analyse les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.
Carbone	17,27	17,61	18,27	18,81

» *Molybdène.* — Le molybdène pur a été regardé jusqu'ici comme infusible. Nous rappellerons qu'Henri Debray a pu fondre avec difficulté, au chalumeau oxhydrique, un carbure de molybdène renfermant de 4 à 5 pour 100 de carbone. Au four électrique, cette opération ne demande que quelques instants.

» On part du molybdate d'ammoniaque pur qui, par calcination, fournit un oxyde sous forme de poudre grise. On le mélange de charbon de sucre et on le chauffe sept à huit minutes avec un courant de 350 ampères et 70 volts. On obtient ainsi un culot de fonte se détachant facilement du creuset. Ce carbure de molybdène est très dur, il raye le verre et l'acier; sa cassure est brillante et il se conserve sans altération à l'air humide. Sa densité est de 8,6.

Sa composition est variable aussi selon la quantité de charbon que l'on emploie. L'analyse nous a fourni les résultats suivants :

	1.	2.	3.
Carbone	9,77	9,88	9,90

» *Vanadium.* — Les importantes recherches de Roscoë ont démontré combien la préparation de ce corps simple était difficile. Ce savant a établi en effet que, par réduction de l'acide vanadique par le charbon, on n'avait jamais obtenu qu'un siliciure à peine fusible à la température d'un bon fourneau à vent. Enfin, Roscoë a pu surmonter les nombreuses difficultés que présentait cette préparation, et, en réduisant le bichlorure de vanadium par l'hydrogène pur et sec, il a obtenu le vanadium métallique. Roscoë fait remarquer toutefois que le métal en poudre, ainsi obtenu, contenait encore une très faible portion d'oxygène et 1,3 pour 100 d'hydrogène.

» La préparation de la fonte de vanadium est celle qui nous a présenté le plus de difficultés au four électrique. Nous sommes partis du métavanadate d'ammoniaque pur qui, par calcination, nous a fourni un oxyde vanadique d'un brun jaune assez facilement fusible. Cet oxyde était mélangé de charbon de sucre, et, lorsqu'on le plaçait à quelques centimètres de l'arc produit par un courant de 350 ampères et 70 volts, la réduction ne se produisait pas. Il a fallu faire jaillir l'arc au contact de cette poudre, faire durer la chauffe jusqu'à vingt minutes, et, dans ces conditions, on obtenait seulement, à la surface du mélange, de petits granules métalliques de la dimension d'une lentille.

» Nous avons dû opérer alors avec des tensions beaucoup plus grandes. En employant un arc fourni par une machine de 150 chevaux mesurant 1000 ampères et 70 volts, nous avons pu obtenir la réduction complète de l'oxyde et la fusion du carbure en quelques instants.

» Voici les analyses des fontes préparées dans ces conditions :

	1.	2.	3.
Carbone	25,47	25,68	17,56

» Dans ces conditions, on obtient donc un carbure de vanadium qui renferme jusqu'à 25 pour 100 de carbone. C'est un fait assez curieux et qui ressort de l'ensemble de nos expériences que, quand la température s'élève, on tend alors vers des carbures métalliques très riches en carbone et dont la composition se rapproche des autres composés binaires de la chimie minérale.

» Ce carbure de vanadium a une densité de 5,3.

» En résumé, de ces différentes préparations, nous pouvons déjà tirer une conclusion intéressante touchant la fusibilité des métaux réfractaires. Le chrome pur est plus infusible que le platine, et, au-dessus du chrome, nous placerons le molybdène, l'uranium, le tungstène et enfin le vanadium. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation du zirconium et du thorium.* Note de M. L. Troost.

« J'ai repris depuis quelques mois la préparation, à la température de l'arc voltaïque, de deux métaux que j'avais obtenus, il y a plusieurs années, dans d'autres conditions

» *Zirconium.* — Le zirconium, que j'avais préparé précédemment, résultait de l'action de l'aluminium sur le fluozirconate de potassium aux plus hautes températures d'un bon fourneau à vent ([1]). J'ai pu le reproduire dans l'arc électrique, grâce à l'installation que M. Joly, directeur du laboratoire des hautes études de l'École Normale supérieure, a bien voulu mettre à ma disposition, et qui m'a permis d'opérer avec un courant de 30 à 35 ampères et de 70 volts.

» J'ai fait un mélange intime de zircone avec une quantité de charbon de sucre (très finement tamisé) inférieure à celle qui est théoriquement nécessaire pour la réduction. Le mélange, fortement comprimé sous forme de petits disques, est placé dans une coupelle en charbon.

» On le soumet alors à l'action de l'arc électrique dans un appareil clos, traversé par un courant lent de gaz acide carbonique, qui a surtout pour but d'éviter, pendant le refroidissement, le contact de l'air avec le métal, qui pourrait brûler et se retransformer en zircone.

» La réduction est immédiate et donne de petites masses métalliques qui ne sont pas du zirconium pur, mais un véritable carbure de zirconium; l'analyse donne :

Zirconium....................	77,6	78,2	76,9
Carbone......................	22,4	21,8	23,1

chiffres qui s'éloignent peu de ceux qu'exige la formule ZrC^2.

» Lorsqu'on prend la précaution de brasquer avec de la zircone la coupelle en charbon, on diminue de plus en plus la teneur en carbone de la fonte de zirconium.

» Cette fonte, d'un gris d'acier, est extrêmement dure; elle raie profondément le verre et n'est pas entamée par les limes les mieux trempées.

» Elle est inaltérable à l'air à la température ordinaire et ne s'oxyde que superficiellement au rouge quand elle est peu carburée. Elle brûle, au contraire, avec vif éclat quand elle est très carburée. Elle est inattaquable par l'eau et par les acides, sauf par l'acide fluorhydrique qui réagit, même lorsqu'il est très étendu.

» Dans la préparation de la fonte de zirconium avec le faible courant dont je disposais, on n'observe pas la rapide volatilisation de la zircone que M. Moissan obtient dans ses belles expériences avec des courants de

([1]) *Comptes rendus,* t. LXI, p. 109.

très grande puissance; il ne se produit qu'une légère fumée laissant un dépôt à peine sensible.

» Mais si, au lieu de la zircone, on soumet à l'action de l'arc électrique du zircon (silicate d'aluminium) dans le petit four de MM. Ducretet et Lejeune qui permet de suivre des yeux, à travers une lame de mica et des verres très foncés, la marche de l'opération, on voit se produire des filaments de silice qui s'enchevêtrent peu à peu et finissent par former un véritable feutrage [1].

» *Thorium*. — J'avais préparé, il y a une dizaine d'années, du thorium métallique par l'électrolyse du chlorure de thorium fondu.

» Pour l'obtenir dans l'arc électrique, j'ai opéré comme pour le zirconium. J'ai fait un mélange intime de thorine et de charbon de sucre très finement tamisé, et employé en quantité inférieure à celle qui est théoriquement nécessaire pour la réduction de l'oxyde.

» Le mélange, fortement comprimé en petits disques et placé dans une coupelle en charbon, est soumis à l'action de l'arc électrique dans un appareil clos traversé par un courant lent d'acide carbonique.

» La réduction se fait plus facilement qu'avec la zircone et donne une masse métallique fondue qui contient du carboue. La composition de cette fonte donne :

Thorium..........	90,5	91,8	90,9
Carbone..........	9,5	8,2	9,1

Ces chiffres s'éloignent peu de ceux qu'exige la formule ThC^2. Sa densité à 15° est 10,15.

» On diminue la proportion de carbone en brasquant la coupelle avec de la thorine. Cette fonte est moins dure que celle de zirconium, elle ne raye que faiblement le verre et elle est très cassante.

» Elle décompose l'eau à froid en dégageant de l'hydrogène et de l'hydrogène carboné très odorant. Elle s'altère peu à peu au contact de l'air humide en foisonnant (comme le fait la chaux vive au contact de l'eau) et donnant une poudre qui, suivant la richesse de la fonte en carbone, est d'un gris plus ou moins noir ou presque blanc. Chauffée au rouge, cette fonte brûle avec plus de rapidité et plus d'éclat que la fonte de zirconium.

---

(1) C'est une belle expérience de cours dont on peut faire suivre la marche par projection sur un tableau.

En refondant ce carbure de thorium avec un excès de thorine, j'ai obtenu de petites masses métalliques qui ne s'altèrent plus à l'air et dont je continue l'étude. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Observations sur la volatilisation de la silice, à propos de la Communication de M.* Moissan; par M. P. **Schützenberger.**

« C'est avec le plus vif intérêt que j'ai écouté l'importante Communication de M. Moissan. Le fait, nettement constaté par lui, de la volatilité de la silice, à très haute température, me donne l'explication de faits que j'avais observés il y a longtemps, au cours d'un travail exécuté en collaboration avec M. Colson, faits qui étaient restés jusqu'ici, dans mon esprit, comme devant provoquer de nouvelles recherches.

» Nous avons constaté :

» 1° Que de la silice pure, placée dans un petit creuset en charbon de cornue entouré de brasque de noir de fumée, chauffée dans un bon fourneau à vent, pendant quelques heures, perd une quantité notable de son poids;

» 2° Que le platine augmente de poids, devient fusible en se chargeant de silicium, même lorsqu'il est placé dans un creuset fermé en charbon de cornue noyé dans une brasque épaisse de noir de fumée et chauffé au blanc pendant deux heures.

» Cet effet ne se produit plus si le noir de fumée est remplacé par un mélange de noir et de rutile en poudre, mais si l'on introduit de la silice dans le creuset en charbon de cornue qui renferme le platine, en séparant les deux corps par une plaque en charbon, le platine se charge de silicium et fond, même avec une brasque titanifère.

» Le silicium remplaçant la silice ne produit aucun effet et ne paraît pas être volatil.

» Tous ces faits s'expliquent facilement en admettant, comme l'a démontré M. Moissan, que la silice est volatile. D'après les expériences que je rappelle ici brièvement, sans aucune arrière-pensée de faire une réclamation de priorité, cette volatilité serait déjà sensible au blanc d'un fourneau à vent. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la phénacite de Saint-Christophe en Oisans.* Note de MM. **A. Des Cloizeaux** et **A. Lacroix**.

« Nous avons trouvé récemment, dans la Collection minéralogique du Muséum d'Histoire naturelle, un échantillon qui nous permet de donner une solution définitive à une question controversée, intéressant la Minéralogie de la France.

» Lévy, en 1837, dans sa *Description de la Collection Heuland* (t. II, p. 155), signala l'existence de cristaux incolores de *tourmaline*, accompagnant l'anatase du Dauphiné. En 1847, M. Marignac décrivit (¹) deux cristaux incolores et transparents, provenant *probablement* du Dauphiné : la plupart des formes trouvées sur le cristal mesuré étaient nouvelles pour la tourmaline à laquelle ce savant le rapporta.

» Miller fit remarquer (²) que les angles donnés par M. Marignac se rapportaient assez exactement à ceux de la *phénacite*, et l'un de nous insista (³) sur la probabilité de l'identité des cristaux en question avec ce minéral, identité qu'un examen optique pourrait facilement trancher.

» Vingt ans plus tard, M. Seligmann, ayant étudié des cristaux de forme identique, signalés à Reckingen (Valais) par Websky et appartenant à la phénacite, émit l'hypothèse que les cristaux décrits par M. Marignac avaient la même origine.

» Enfin, tout récemment, l'un de nous (⁴) put examiner un des cristaux de M. Marignac (échantillon obligeamment communiqué par M. Duparc, professeur à l'Université de Genève), et constater sur une esquille de quelques dixièmes de millimètres qu'il était uniaxe et *positif*.

» La question était donc tranchée en faveur de la phénacite; toutefois le cristal étant implanté sur du quartz, il était à craindre que l'esquille, détachée d'un échantillon aussi précieux, ne fût pas entièrement composée par le minéral qu'il s'agissait de déterminer.

» L'échantillon qui fait l'objet de cette Note permet de confirmer ces premiers résultats.

(¹) *Archives des Sciences naturelles de Genève*, t. VI, p. 299; 1847.
(²) *Introduction to Mineralogy*, p. 348; 1852.
(³) A. Des Cloizeaux, *Manuel de Minéralogie*, t. I, p. 514; 1862.
(⁴) A. Lacroix, *Minéralogie de la France et de ses Colonies*, t. I, p. 203; 1892.

» Il est formé par un fragment de granulite, de forme grossièrement triangulaire, couvert sur deux de ses faces de cristaux de quartz hyalin ou un peu enfumé, d'orthose, d'albite, accompagnés par quelques octaèdres allongés d'anatase, par de la ripidolite, et enfin par de petites aiguilles incolores, dans lesquelles nous avons pu reconnaître la substance décrite par Lévy et M. Marignac.

» Ces cristaux ont en moyenne 1^{mm} de longueur; deux d'entre eux atteignent toutefois 4^{mm}. Ils sont très allongés suivant l'axe vertical, parallèlement auquel les faces de la zone prismatique $[e^2 (10\bar{1}0)$ et $d^1 (11\bar{2}0)]$ sont très cannelées. Ils sont terminés par le rhomboèdre $b^1 (01\bar{1}2)$, parfois accompagné de très petites facettes $b^2 (11\bar{2}3)$, $p (10\bar{1}1)$.

» Les angles, mesurés sur un très petit cristal, concordent d'une façon très satisfaisante avec les données de M. Marignac.

» Nous avons pu constater que le minéral était à un axe *positif,* que sa biréfringence était celle de la phénacite.

» Il est infusible au chalumeau et raye facilement le quartz.

» Enfin, divers essais microchimiques ont été faits. Un petit cristal a été attaqué dans un creuset de platine par l'acide fluorhydrique, puis l'acide sulfurique. Le résidu a été repris par quelques gouttes d'eau et, sur une lamelle de verre, le liquide à essayer a été additionné d'oxalate de potassium, avec les diverses précautions indiquées par M. Behrens. On a ainsi obtenu les cristaux monocliniques, si caractéristiques, d'oxalate double de glucinium et de potassium.

» Tous les essais cristallographiques, optiques et chimiques sont donc d'accord pour conduire à la certitude que le minéral en question est bien de la *phénacite*.

» Il est permis d'être non moins affirmatif sur son gisement. L'échantillon qui nous occupe est indiqué comme provenant de Saint-Christophe en Oisans; il a été catalogué au Muséum en 1804 et faisait sans doute partie de l'ancien fond, antérieur à la Révolution, c'est-à-dire de l'époque où de Bournon explorait les montagnes du Dauphiné, exploitant des gisements qui ont été perdus depuis, et où il a trouvé les énormes cristaux d'*anatase,* les cristaux de *chrichtonite,* que l'on ne voit plus que dans les collections datant de cette époque.

» La granulite servant de gangue à nos cristaux est bien identique à celle de Saint-Christophe et notamment à celle du Puits, près de ce village. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles ordinaires, qui possèdent des systèmes fondamentaux d'intégrales.* Note de M. **Sophus Lie**.

« Les théories classiques du système simultané

$$\frac{dx_k}{dz} = Z_{k1}(z)x_1 + \ldots + Z_{kn}(z)x_n \qquad (k = 1, \ldots, n)$$

et de l'équation équivalente

$$\frac{\partial f}{\partial z} + \sum_{i,k}^{1,\ldots,n} Z_{ki}(z)x_i \frac{\partial f}{\partial x_k} = 0$$

prennent au fond leur origine dans ce fait, que les n^2 transformations infinitésimales $x_i \frac{\partial f}{\partial x_k}$ des variables $x_1, \ldots, x_n$ déterminent un groupe continu et fini. Cette remarque m'a conduit depuis longtemps (*Société des Sciences* à Christiania, novembre et décembre 1882, *Math. Ann.*, t. XXV, p. 124-130) à l'étude de l'équation générale

$$(1) \qquad \mathcal{A}f = \frac{\partial f}{\partial z} + Z_1(z)\mathcal{X}_1 f + \ldots + Z_r(z)\mathcal{X}_r f = 0,$$

dans laquelle les expressions

$$\mathcal{X}_k f = \sum_i^{1,\ldots,n} \xi_{ki}(x_1, \ldots, x_n)\frac{\partial f}{\partial x_i}$$

définissent un groupe continu et fini quelconque.

» J'ai de plus esquissé une théorie générale de l'intégration de l'équation $\mathcal{A}f = 0$, même en supposant connus d'avance, pour le système simultané

$$(2) \qquad \frac{dx_k}{dz} = Z_1\xi_{1k} + \ldots + Z_r\xi_{rk} \qquad (k = 1, \ldots, n),$$

m intégrales $\Omega_1(x_1, \ldots, x_n z), \ldots, \Omega_m$ ou m systèmes d'équations intégrales

$$\alpha_{i1}(x_1, \ldots, x_n z) = 0, \qquad \ldots, \qquad \alpha_{iq}(x_1, \ldots, z) = 0 \qquad (i = 1, \ldots, m).$$

» La véritable raison de ces théories est, comme je le dis expressément (*Math. Ann.*, t. XXV, p. 128), qu'il est toujours possible de trouver les

intégrales générales du système simultané (2), lorsqu'on connaît un certain nombre fini de systèmes de solutions particulières

$$(3) \qquad x'_1, \ \ldots, \ x'_n; \quad x''_1, \ \ldots, \ x''_n; \quad \ldots; \quad x_1^{(m)}, \ \ldots, \ x_n^{(m)}.$$

» *On trouve donc, dans les Mémoires cités, une catégorie extrêmement étendue de systèmes simultanés qui possèdent ce qu'on appelle des systèmes fondamentaux d'intégrales. Je ne crois pas qu'il sera possible de perfectionner, quant au fond, mes théories d'intégration pour ces équations.*

» Il faut se rappeler qu'il est possible de réduire mes équations auxiliaires de l'ordre m à des équations linéaires de l'ordre $m+1$ ou $m+2$ quand le groupe simple correspondant appartient à l'une des quatre grandes classes que j'ai considérées.

» J'ajoute qu'on trouve les expressions des solutions générales $x_1, \ldots, x_n$ en fonction des quantités (3) en résolvant par rapport à $x_1, \ldots, x_n$ certaines équations

$$I_k(x_1, \ldots, x_n; x'_1, \ldots, x'_n; \ldots; x_1^{(m)}, \ldots, x_n^{(m)}) = a_k,$$

les I_k désignant ce que j'appelle des *invariants des* $m+1$ *points* $x_k, x'_k, \ldots, x_k^{(m)}$ *par rapport au groupe* $x_1 f, \ldots, x_r f$.

» M. E. Vessiot, dont la thèse récente constitue un progrès si important dans la théorie des équations différentielles linéaires, a eu l'heureuse idée de *chercher* toutes *les équations différentielles ordinaires* qui possèdent des systèmes fondamentaux d'intégrales, et M. Alf. Guldberg s'est aussi occupé de la même question.

» Je viens de publier moi-même à ce sujet une petite Note (voir *Leipziger Berichte*, 8 mai 1893). Sans entrer dans des détails, je crois utile de faire ici quelques remarques dont la généralisation est évidente

» Étant donnée une équation différentielle du premier ordre

$$dx = \varphi(x, z)\, dz,$$

le système simultané

$$dz : dx : dx' = 1 : \varphi(x, z) : \varphi(x', z)$$

possède évidemment deux solutions de la forme $u(x, z)$, $u(x', z)$. Donc, en égalant à une constante arbitraire a une fonction quelconque de ces deux quantités, on obtient *toujours* une formule $x = F(z, x', a)$ qui exprime la solution générale x par une solution particulière x' et z. *Or cette formule ne détermine pas en général un groupe entre* x *et* x'. *Néanmoins, si l'on con-*

naît par hasard une telle formule, on connaît en même temps des transformations (finies) $z = z'$, $x = F(z, x', a)$, *qui laissent invariante l'équation* $dx = \varphi(x, z)\,dz$, *dont l'intégration s'achève immédiatement d'après mes théories générales* (*Math. Ann.*, t. XI; voir aussi t. XXV).

» C'est un problème bien intéressant de chercher avec MM. Vessiot et Guldberg tous les systèmes simultanés dont les solutions générales $x_1, \ldots, x_n$ s'expriment par m systèmes de solutions particulières *seules*

$$(4)\qquad x_k = f_k(x'_1, \ldots, x'_n, \ldots, x_1^{(m)}, \ldots, x_n^{(m)}, a_1, \ldots, a_n).$$

» Comme ces auteurs ne trouvent pas même tous mes systèmes (2), qui possèdent effectivement la propriété demandée, il me semble que leurs recherches doivent présenter une lacune. Je crois que ces auteurs *introduisent implicitement une* restriction *essentielle*, à savoir que les formules (4) les plus générales se déduisent d'un système donné de telles formules par un changement des constantes arbitraires.

» Si je ne me trompe, *je suis parvenu à démontrer, d'une manière rigoureuse et bien simple, que mes systèmes* (2) *sont les seuls qui possèdent la propriété demandée.* »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions chargées de présenter une question pour chacun des prix ci-après désignés à décerner en 1895, 1896 et 1898.

Grand prix des Sciences physiques (*Prix du Budget*, pour l'année 1895). — MM. Blanchard, Daubrée, Milne-Edwards, Fizeau, Van Tieghem réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Cornu et Mascart.

Prix Fourneyron (pour l'année 1895). — MM. Lévy, Boussinesq, Resal, Léauté, Sarrau réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Deprez et Haton de la Goupillière.

Prix Bordin (*Sciences physiques*, pour l'année 1895). — MM. Daubrée, Milne-Edwards, Van Tieghem, Fizeau, Cornu réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Blanchard et Mascart.

Prix Damoiseau (pour l'année 1898). — MM. Faye, Tisserand, Lœwy, Wolf, Callandreau réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Janssen et Poincaré.

Prix Vaillant (pour l'année 1896). — MM. Berthelot, Bertrand, Mascart, Cornu, Bassot réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Fizeau et Daubrée.

Prix Gay (pour l'année 1895) — MM. Grandidier, d'Abbadie, Bouquet de la Grye, Van Tieghem, Bassot réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Duchartre et Milne-Edwards.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage ayant pour titre : « Clinique chirurgicale », par *A. Richet*. (Présenté par M. Verneuil.)

ASTRONOMIE. — *L'éclipse totale de Soleil observée à Foundiougue* (*Sénégal*) *le* 16 *avril* 1893. Note de M. **N. Coculesco**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Autorisé par le Bureau des Longitudes à nous joindre à la Mission astronomique qui devait observer au Sénégal la dernière éclipse totale de Soleil, nous accompagnions, au commencement de mars, M. Deslandres dans son expédition pour Foundiougue.

» Notre budget trop restreint ne nous permettait pas de disposer d'une installation très complète; aussi n'emportions-nous, comme instrument d'observation, qu'une lunette de $0^m,16$ d'ouverture, avec une monture équatoriale en bois, ayant servi à l'observation du dernier passage de Vénus et appartenant à l'Observatoire de Paris.

» Un excellent chercheur de comètes, gracieusement mis à notre disposition par MM. Henry, avait été préalablement adapté à la lunette.

» Un chronomètre de temps moyen appartenant au Dépôt de la Marine et un thermomètre complétaient toute notre installation.

» Ainsi outillés, nous nous étions proposé de déterminer seulement les contacts et d'étudier attentivement la forme et les particularités de la couronne.

» Ne disposant pas d'une lunette photographique, nous n'avions pas songé tout d'abord à photographier le phénomène; cependant, pour avoir un document plus exact sur la forme de la couronne, il n'y avait pas à hésiter entre une photographie même médiocre et un dessin si soigné qu'il fût; aussi nous décidâmes-nous, pour la circonstance, à utiliser un appareil ordinaire de photographie que nous avions emporté et nous le fixâmes à la lunette.

» C'est à l'aide de cet appareil, de $0^m,24$ de foyer et de $0^m,03$ d'ouverture, que nous avons obtenu cinq beaux clichés de la Couronne.

» Pour en tirer tout le parti possible, nous avons développé ces clichés, avec beaucoup de soin, à l'Observatoire, sous la direction de MM. Henry.

» Les images de la Couronne ainsi obtenues sont très nettes. Les plaques employées étaient des plaques sèches au gélatino-bromure d'argent et le développement a été fait à l'oxalate de fer.

» Nous n'avons pas employé de diaphragme et les temps de pose ont été les suivants :

Clichés nos	Secondes de pose.
I	2
II	4
III	6
IV	7
V	5

» Le cliché II nous a semblé donner le plus de détails; aussi c'est celui qui a été agrandi quatre fois. J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie quelques épreuves positives.

» Les seuls astres visibles à l'œil nu, au moment de la totalité, Jupiter et Vénus, sont très bien venus sur ces cinq clichés.

» Le léger voile des plaques nous a fourni une précieuse indication sur l'intensité lumineuse du ciel pendant l'éclipse totale, au moins aux environs du Soleil.

» Nous avons trouvé, par quelques expériences faites au retour, que l'éclairement du ciel, à 15° environ du Soleil, était 1800 fois plus intense qu'à minuit dans une belle soirée à Paris.

» L'observation des quatre contacts nous a donné les résultats suivants :

Observation.	Temps moyen de Paris.
	h m s
Du premier contact	2.20.21
Du deuxième contact..................	3.42.51
Du troisième contact..................	3.47. 2
Du quatrième contact................	5. 3.36

ce qui donne $4^{m}11^{s}$ pour durée de la totalité.

» Le thermomètre qui, durant notre séjour à Foundiougue, n'avait jamais marqué moins de $+38^{\circ}$ (au milieu de la journée), variant entre $+38^{\circ}$ et $+40^{\circ}$ jusqu'à $+42^{\circ}$ même, avait subitement descendu le jour de l'éclipse à $+28^{\circ}$, pour indiquer :

» 26°,6 au commencement de la totalité.
» 24°,0 au milieu de la totalité.
» 26°,5 à la fin de l'éclipse.

» Il y a eu, par conséquent, une variation de $3^{\circ}\frac{1}{2}$ à 4° environ entre le commencement de l'éclipse et le milieu de la totalité. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur des propriétés géométriques qui ne dépendent que de la représentation sphérique.* Note de M. C. Guichard, présentée par M. Appell.

« Un réseau de courbes tracées sur la sphère peut être considéré soit comme la représentation sphérique d'une congruence de droites, soit comme la représentation sphérique d'un réseau de courbes conjuguées d'une surface. La représentation sphérique étant donnée, la détermination de la congruence ou de la surface dépend de l'intégration d'une équation de Laplace qui admet, comme solutions particulières, les trois cosinus directeurs α, β, γ de la génératrice de la congruence ou de la normale à la surface.

» Cela posé, soit G la génératrice de la congruence (G); F_1, F_{-1} ses deux foyers; N_1, N_{-1} les normales aux surfaces focales (N_1), (N_{-1}). La droite N_1 est perpendiculaire aux directions qui ont pour cosinus directeurs α, β, γ et $\frac{\partial\alpha}{\partial u}$, $\frac{\partial\beta}{\partial u}$, $\frac{\partial\gamma}{\partial u}$; la représentation sphérique du réseau conjugué découpé par les développables de (G) sur la surface (N_1) ne dépend

que de la représentation sphérique de (G); ce fait a déjà été signalé par M. Cosserat ([1]).

» Soit maintenant un réseau conjugué d'une surface (g) qui a la même représentation sphérique que les développables de (G); la tangente n_1 aux courbes $u =$ const. de cette surface, étant perpendiculaire aux deux directions α, β, γ et $\frac{\partial\alpha}{\partial u}, \frac{\partial\beta}{\partial u}, \frac{\partial\gamma}{\partial u}$, est parallèle à N_1. La congruence (n_1) a donc même représentation sphérique que le réseau conjugué (N_1); appliquons ce même théorème aux systèmes (n_1), (N_1); la congruence (n_1) admet deux surfaces focales (g) et (g_1); du réseau conjugué (N_1) on déduit les deux congruences (G) et (G_1); la congruence (G_1) aura donc même représentation sphérique que le réseau conjugué (g_1) et ainsi de suite.

» De la congruence (G) on déduit, par l'application répétée de la méthode de Laplace, une série de réseaux conjugués et de congruences; de même, du réseau conjugué (g), on déduit une seconde série de congruences et de réseaux conjugués. Relativement à ces séries, on peut énoncer les résultats suivants :

» 1. *La représentation sphérique d'un élément d'une série* (réseau conjugué ou congruence) *détermine celle de tous les autres éléments.*

» 2. *A chaque réseau d'une série correspond une congruence de l'autre et les éléments correspondants ont même représentation sphérique.*

» Remarquons maintenant que, si un réseau conjugué est formé de lignes de courbure, la congruence correspondante est une congruence de normales; d'où l'identité des deux problèmes suivants :

» 1. *Trouver un réseau conjugué, composé de lignes de courbure, qui, après p transformations de Laplace, se transforme en un réseau analogue.*

» 2. *Trouver une congruence de normales qui, après p transformations de Laplace, se transforme en une congruence de normales.*

» Si $p = 1$, on voit que les deux problèmes :

» 1. *Trouver une congruence dont les développables touchent les surfaces focales suivant leurs lignes de courbure;*

» 2. *Trouver une surface qui admet un réseau conjugué formé de géodésiques,* sont équivalents. J'ai déjà établi l'identité de ces deux problèmes ([2]).

([1]) *Sur les congruences de droites et sur la théorie des surfaces* (*Annales de Toulouse*).

([2]) *Sur les surfaces à courbure totale constante et sur certaines surfaces qui s'y rattachent* (*Annales de l'École Normale,* 1890).

» Dans le cas où p est quelconque, il faudra, pour résoudre le problème, déterminer d'abord la représentation sphérique d'un élément de la série, ce qui conduit à des équations aux dérivées partielles de plus en plus compliquées, puis intégrer l'équation de Laplace correspondante. Mais la connaissance d'une solution de cette équation permettra, en général, d'en déduire une infinité d'autres. En effet, soit (N) et (N_p) deux réseaux conjugués formés de lignes de courbure; (G) et (G_p) les deux congruences de normales correspondantes; les normales à (N) étant parallèles aux droites (G), après p transformations de Laplace, en opérant sur l'une des nappes de la surface des centres de (N), la congruence des normales à N se transformera en congruence de normales N'_p. Les surfaces normales à N'_p jouiront de la même propriété que les surfaces N. On peut donc, à l'aide de quadratures seulement, dériver d'un système donné une infinité de systèmes analogues.

» Je reviendrai, si l'Académie le permet, sur le cas où $p = 2$, cas que je traiterai prochainement dans un Mémoire détaillé. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces à lignes de courbure planes dans les deux systèmes et isothermes*. Extrait d'une Lettre de M. **Th. Caronnet** à M. Darboux.

« Dans une Communication, insérée aux *Comptes rendus* (8 mai 1893), M. P. Adam fait part des résultats qu'il a obtenus dans ses recherches sur les surfaces isothermiques à lignes de courbure planes dans un système ou dans les deux systèmes.

» Au sujet de cette Note, j'ai l'honneur de vous rappeler que je vous communiquai, il y a plus d'un an, la solution du problème des surfaces isothermiques à lignes de courbure planes dans les deux systèmes, et je vous prie de vouloir bien accueillir de nouveau les résultats auxquels je suis arrivé et que je transcris ici.

» *Surfaces de la première famille*. — Cette famille comprend les surfaces de révolution et les surfaces-moulures. Les surfaces de révolution sont seules isothermiques.

» *Surfaces de la deuxième famille*. — Le plan tangent à ces surfaces peut s'écrire

$$ux - vy + (\lambda\sqrt{1-u^2} - \sqrt{\lambda^2-1}\sqrt{1+v^2})z = f(u) - \varphi(v).$$

En déterminant les fonctions $f(u)$ et $\varphi(v)$, par la condition d'isothermie, nous trouvons, exception faite du système qui fournit les cyclides du quatrième ordre,

$$(\mathrm{I}) \quad \begin{cases} f(u) = \lambda^2\left(1 - \dfrac{u}{2}\,\mathrm{Log}\,\dfrac{1+u}{1-u}\right), \\ \varphi(v) = (\lambda^2 - 1)(1 + v\,\mathrm{arctang}\,v); \end{cases}$$

$$(\mathrm{II}) \quad \begin{cases} f(u) = -\dfrac{2t}{1+t^2}\left[\dfrac{t}{\lambda + c} - \dfrac{1}{(\lambda - c)t} - \dfrac{4\lambda^2}{(\lambda^2 - c^2)^{\frac{3}{2}}}\,\mathrm{arctang}\sqrt{\dfrac{\lambda + c}{\lambda - c}}\,t\right], \\ \varphi(v) = -\dfrac{2\tau}{1+\tau^2}\left[\dfrac{\tau}{\sqrt{\lambda^2 - 1} + c} - \dfrac{1}{(\sqrt{\lambda^2 - 1} - c)\tau} \right. \\ \qquad\qquad \left. - \dfrac{4(\lambda^2 - 1)}{(\lambda^2 - 1 - c^2)^{\frac{3}{2}}}\,\mathrm{arctang}\sqrt{\dfrac{\sqrt{\lambda^2 - 1} + c}{\sqrt{\lambda^2 - 1} - c}}\,\tau\right]; \end{cases}$$

après avoir posé, pour simplifier l'écriture,

$$u = \frac{2t}{1+t^2}, \qquad v = \frac{2i\tau}{1+\tau^2},$$

les quantités λ et c représentant, comme dans la suite, des constantes arbitraires.

» Si, dans le système (II), on fait $c = 0$, on obtient les fonctions qui conviennent à la *surface minima* de Bonnet. Dans les intégrations qui nous ont fourni le dernier système, nous avons supposé le produit

$$(\lambda^2 - c^2)(\lambda^2 - 1 - c^2)$$

différent de zéro.

» Il suffira d'examiner le cas de $\lambda^2 - c^2 = 0$, en vertu de la symétrie; et, dans cette hypothèse, nous obtenons le système (II)′, qui ne contient plus qu'une constante arbitraire,

$$(\mathrm{II})' \quad \begin{cases} f(u) = -\dfrac{3t^4 + 6t^2 - 1}{3\lambda t^2(1+t^2)}, \\ \varphi(v) = -\dfrac{2\tau}{1+\tau^2}\left[\dfrac{\tau}{\sqrt{\lambda^2 - 1} + \lambda} - \dfrac{1}{(\sqrt{\lambda^2 - 1} - \lambda)\tau} \right. \\ \qquad\qquad \left. - \dfrac{4(\lambda^2 - 1)}{i}\,\mathrm{arc\,tang}\sqrt{\dfrac{\sqrt{\lambda^2 - 1} + \lambda}{\sqrt{\lambda^2 - 1} - \lambda}}\,\tau\right]; \end{cases}$$

$$(\mathrm{III}) \quad \begin{cases} f(u) = \dfrac{\lambda^2\sqrt{\alpha^2 - \lambda^2}}{\alpha}\displaystyle\int \dfrac{\sqrt{(\alpha^2 + 2c\alpha + c_1)(\alpha^2 - \lambda^2)}}{(\alpha^2 - \lambda^2)^2}\,d\alpha, \\ \varphi(v) = \dfrac{(\lambda^2 - 1)\sqrt{\beta^2 - \lambda^2 + 1}}{\beta}\displaystyle\int \dfrac{\sqrt{(\beta^2 + 2c\beta + c_1)(\beta^2 - \lambda^2)}}{(\beta^2 - \lambda^2 + 1)^2}\,d\beta. \end{cases}$$

» Pour ce dernier système, nous avons posé

$$\alpha = \frac{\lambda}{\sqrt{1-u^2}}, \qquad \beta = \frac{\sqrt{\lambda^2 - 1}}{\sqrt{1+v^2}};$$

quant à la quantité c_1, c'est une nouvelle constante arbitraire.

» *Surfaces de la troisième famille.* — Nous avons, pour le plan tangent aux surfaces de cette famille, l'équation suivante :

$$2ux + 2vy + (1 - u^2 - v^2)z = f(u) + \varphi(v).$$

» En recherchant celles de ces surfaces qui sont isothermiques, nous trouvons d'abord, et comme il fallait s'y attendre, les cyclides du troisième ordre et la *surface minima* d'Enneper, puis de nouvelles surfaces définies par les systèmes suivants :

$$\text{(IV)} \quad \begin{cases} f(u) = (1-c)^{-\frac{3}{2}} u \operatorname{arc\,tang} \dfrac{u}{\sqrt{1-c}} + \dfrac{1}{1-c}, \\ \varphi(v) = c^{-\frac{3}{2}} v \operatorname{arc\,tang} \dfrac{v}{\sqrt{c}} + \dfrac{1}{c}; \end{cases}$$

$$\text{(V)} \quad \begin{cases} f(u) = u \operatorname{arc\,tang} u + 1, \\ \varphi(v) = \dfrac{1}{3v^2}; \end{cases}$$

$$\text{(VI)} \quad \begin{cases} f(u) = u \displaystyle\int \frac{\sqrt{(1+u^2)^2 + 2c(1+u^2) + c_1}}{u^2}\, du, \\ \varphi(v) = v \displaystyle\int \frac{\sqrt{v^4 - 2cv^2 + c_1}}{v^2}\, dv. \end{cases}$$

» Nous remarquons en terminant que les lignes asymptotiques de ces surfaces s'obtiendront par simples quadratures. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorèmes relatifs aux fonctions analytiques à n dimensions.* Note de M. G. SCHEFFERS, présentée par M. Picard.

« On peut arriver à une généralisation des fonctions analytiques, identique à celle que j'ai expliquée dans une Note précédente (voir *Comptes rendus*, n° 20), en élargissant la notion de représentation conforme. Soit donnée, dans l'espace à n dimensions $(x_1, \ldots, x_n)$, une transformation quelconque

$$(1) \qquad x'_i = f_i(x_1, \ldots, x_n) \quad (i = 1, 2, \ldots, n);$$

les éléments infinitésimaux de l'espace autour du point $(x_1, \ldots, x_n)$ seront transférés dans les éléments infinitésimaux de l'espace autour du point $(x'_1, \ldots, x'_n)$ par la transformation *projective*

$$(2) \qquad dx'_i = \Sigma_k \frac{\partial f_i}{\partial x_k} dx_k \quad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» En considérant $dx_1, \ldots, dx_n$ comme coordonnées initiales, $dx'_1, \ldots, dx'_n$ comme coordonnées transformées et regardant, dans les transformations (2), $x_1, \ldots, x_n$ comme des paramètres, on peut traiter le cas où toutes ces transformations (2), *déduites de la même transformation* (1), forment un groupe g simplement transitif de transformations échangeables, selon la terminologie de M. Sophus Lie. Inversement, si ce groupe g est donné, on peut montrer que l'on obtient toutes les transformations (1) en formant les *fonctions analytiques* $f_1 e_1 + \ldots + f_n e_n$ du système de nombres complexes à n unités $e_1, \ldots, e_n$, qui est défini, selon un théorème de M. Study (voir *Leipziger Berichte*, 1889), par le groupe g.

» La représentation conforme est évidemment un cas très particulier de ces transformations (1).

» Pour les fonctions analytiques $f = f_1 e_1 + \ldots + f_n e_n$ d'un système distributif, associatif et commutatif de nombres complexes à n unités $e_1, \ldots, e_n$, on peut établir des théorèmes analogues aux théorèmes sur les fonctions analytiques ordinaires. Je me bornerai à énoncer quelques résultats :

» Si deux fonctions analytiques ont les mêmes valeurs le long d'une courbe dans l'espace $(x_1, \ldots, x_n)$, alors elles sont nécessairement les mêmes dans toute la partie de l'espace où elles sont définies.

» Il est possible de développer chaque fonction analytique $f(x)$ dans les environs d'un point général $(x_1^0, \ldots, x_n^0)$ en série de la forme

$$x' = a_0 + a_1(x - x^0) + a_2(x - x^0)^2 + \ldots,$$

$a_0, a_1, a_2, \ldots$ étant des nombres constants du système $(e_1, \ldots, e_n)$. Cette série converge si le point (x) reste à l'intérieur d'un certain volume décrit autour du point (x^0).

» Si $f(z)$ est une fonction analytique ordinaire de la variable ordinaire $z = x + iy$, on la peut, comme on sait, développer en série. Or, cette série définit une fonction analytique de notre système, si l'on remplace z par un nombre du système $z = x_1 e_1 + \ldots + x_n e_n$.

» Donc, si une relation entre des fonctions analytiques ordinaires est juste pour toutes les valeurs ordinaires des variables, elle reste encore

juste et conserve son sens, si l'on remplace les variables par des nombres complexes du système.

» En vertu de ces théorèmes, *on peut généraliser certaines théories relatives à une variable ordinaire* $z = x + iy$, c'est-à-dire à la droite (avec des points réels et imaginaires), *et établir des théories relatives à un espace quelconque.*

» Nous n'en donnons qu'un seul exemple :

» On sait que chaque groupe continu et fini de transformations sur la droite (z) peut être réduit, selon un théorème de M. Sophus Lie, à un sous-groupe du groupe projectif

$$z' = \frac{az + b}{cz + d}. \tag{3}$$

» Donc, *dans un espace à n dimensions, chaque groupe de transformations, pour lesquelles les éléments infinitésimaux de l'espace sont soumis à des transformations d'un groupe donné simplement transitif g de transformations échangeables, peut être réduit, par l'introduction de nouvelles variables, à un sous-groupe du groupe* (3), *si l'on considère* z', z, a, b, c, d *comme des nombres complexes dans le système à n unités* $e_1, \ldots, e_n$ *qui est défini par le groupe g.*

» *Ce groupe a* $3n$ *paramètres.* Ses transformations infinitésimales ont la forme

$$p_i, \quad \Sigma_{s,k}\gamma_{iks}x_k p_s, \quad \Sigma_{s,klm}\gamma_{klm}\gamma_{ims}x_k x_l p_s \quad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

si l'on suppose

$$e_i e_k = \Sigma_s \gamma_{iks} e_s \quad (i, k = 1, 2, \ldots, n).$$

» En dernière remarque, notons que, pour les systèmes étudiés par M. Weierstrass, ces résultats sont sans doute évidents. Mais il faut signaler que ces systèmes ne forment qu'une classe très particulière de tous les systèmes commutatifs. Pour le grand nombre des autres systèmes commutatifs, étudiés par M. Study et moi, les théorèmes sont nouveaux et ont besoin d'être démontrés. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété générale des champs admettant un potentiel.* Note de M. **Vaschy**, présentée par M. A. Cornu.

« Imaginons en chaque point de l'espace un vecteur f, dont les composantes X, Y, Z, suivant trois axes rectangulaires, dérivent d'un poten-

tiel uniforme V

$$X = -\frac{\partial V}{\partial x}, \qquad Y = -\frac{dV}{dy}, \qquad Z = -\frac{\partial V}{\partial z},$$

et bornons-nous à considérer le champ E limité par une surface fermée S. Nous supposerons le vecteur f fini et continu, sauf sur certaines *surfaces de discontinuité* s_1, s_2, ..., où sa composante normale $f_n = -\frac{\partial V}{\partial n}$ varie brusquement d'une face à l'autre.

» Un tel champ jouit de la propriété suivante :

» *Il est toujours possible de trouver une distribution de masses* m_1, m_2, ... *telle que la fonction*

$$V' = \frac{m_1}{r_1} + \frac{m_2}{r_2} + \ldots = \sum \frac{m}{r} \tag{1}$$

soit identique à V *dans le champ* E; r_1, r_2, ... *désignant les distances respectives des masses* m_1, m_2, ... *au point* (x, y, z). Le sens que l'on attribue ici au mot *masse* est, en général, différent du sens ordinaire de ce mot; il est défini par l'identité $V' = V$.

» Pour démontrer cette propriété, considérons une fonction auxiliaire φ assujettie : 1° à être identique à V dans le champ E; 2° à être nulle sur une surface S' enveloppant complètement S, et en tout point extérieure à S'; 3° à varier entre les surfaces S et S', de telle sorte que ses dérivées premières n'aient pas d'autre discontinuité que celle du genre décrit plus haut. Posons, en outre,

$$(2)\quad \begin{cases} 4\pi\rho = -\left(\dfrac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \dfrac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2}\right) = -\Delta\varphi & \text{dans tout l'espace,} \\ 4\pi\sigma = -\left(\dfrac{\partial \varphi}{\partial n}\right)_1 - \left(\dfrac{\partial \varphi}{\partial n}\right)_2 & \text{sur les surfaces de discontinuité,} \end{cases}$$

$-\left(\frac{\partial \varphi}{\partial n}\right)_1$ et $-\left(\frac{\partial \varphi}{\partial n}\right)_2$ désignant, suivant une notation usuelle, les dérivées de φ prises le long des normales extérieures aux faces 1 et 2 d'une surface de discontinuité. On remarquera que ρ et σ sont évidemment nuls en dehors du champ E' limité par la surface S'.

» Adoptons maintenant ρ comme densité de volume et σ comme densité superficielle des masses m_1, m_2, ... La formule (1) prendra la forme

$$V' = \int_{E'} \frac{\rho\, du}{r} + \int_{s_1, s_2, \ldots} \frac{\sigma\, d\omega}{r}, \tag{3}$$

du et $d\omega$ étant respectivement des éléments infiniment petits de volume ou de surface, et les intégrales étant étendues : la première au volume du champ E′, la seconde aux surfaces de discontinuité.

» Or, en vertu d'un théorème bien connu (propriété d'un potentiel de forces centrales inversement proportionnelles au carré des distances), la fonction (3) satisfait aux relations suivantes

$$\frac{\partial^2 V'}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V'}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V'}{\partial z^2} + 4\pi\rho = 0 \quad \text{dans tout l'espace,}$$

$$\left(\frac{\partial V'}{\partial n}\right)_1 + \left(\frac{\partial V'}{\partial n}\right)_2 + 4\pi\sigma = 0 \quad \text{sur les surfaces de discontinuité,}$$

ou bien, en posant $V' - \varphi = U$ et tenant compte de (2),

$$\Delta U = 0,$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial n}\right)_1 + \left(\frac{\partial U}{\partial n}\right)_2 = 0.$$

Cette dernière relation montre que les discontinuités qui existent pour $\frac{\partial V'}{\partial n}$ et $\frac{\partial \varphi}{\partial n}$ n'affectent pas $\frac{\partial U}{\partial n}$. Les dérivées premières de U sont donc continues.

» ΔU étant nul en tout point de l'espace, il en est de même de l'intégrale $\int\int\int_{E''} U \,\Delta U \,dx\,dy\,dz$ étendue au volume E″ limité par une surface quelconque S″. On aura donc, en faisant sur cette intégrale une transformation bien connue,

$$\begin{aligned} 0 &= \int\int\int_{E''} U\,\Delta U\,dx\,dy\,dz \\ &= \int\int_{S''} U \frac{\partial U}{\partial n}\,d\omega - \int\int\int_{E''} \left[\left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial z}\right)^2\right] dx\,dy\,dz, \end{aligned}$$

$\frac{\partial U}{\partial n}$ désignant la dérivée de U prise le long de la normale extérieure à l'élément $d\omega$ de la surface S″. Si l'on prend pour S″ une sphère de rayon R, on voit que l'intégrale double tend vers zéro quand R croît indéfiniment. En effet, d'après la forme de l'expression (1), on peut assigner deux constantes A et B, telles que U, qui est égal à V′ en dehors de la surface S′, reste inférieur à $\frac{A}{R}$ et que $\frac{\partial U}{\partial n}$ reste inférieur à $\frac{B}{R^2}$ quand R dépasse une certaine limite R_0. Au-dessus de cette limite R_0, la valeur de l'intégrale double

est donc inférieure à $\frac{AB}{R^3}\int\int_{S''} d\omega = 4\pi\frac{AB}{R}$, qui tend vers zéro quand R devient infini. On en conclut que l'intégrale triple

$$\int\int\int_{E''}\left[\left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)^2\right] dx\, dy\, dz$$

tend aussi vers zéro quand le champ E″ de l'intégration est infini. Pour que cette intégrale, composée d'éléments non négatifs, soit nulle, il faut que chaque élément soit nul et, par suite, que l'on ait

$$\frac{\partial U}{\partial x} = \frac{\partial U}{\partial y} = \frac{\partial U}{\partial z} = 0.$$

U est donc une constante, dont la valeur est nulle puisque à l'infini $U = V' = 0$. Cela revient à dire que V′ est identique à v et, par suite, identique au potentiel V dans le champ E.

» APPLICATIONS : 1° *Champ thermique.* — Supposons que le potentiel V représente la température aux divers points d'un champ thermique. En vertu du théorème précédent, on peut imaginer une distribution de masses m_1, m_2, ... telle que, si ces masses communiquaient à un point (x, y, z) quelconque les températures $\frac{m_1}{r_1}$, $\frac{m_2}{r_2}$, ..., inversement proportionnelles à la distance r, la température résultante $\sum \frac{m}{r}$ serait identique à la température réelle V du point (x, y, z).

» 2° *Gravitation universelle.* — Si un point matériel est soumis, aux divers points d'un champ E, à une force f et que l'on puisse établir l'existence d'un potentiel, il résulte de la forme $\sum \frac{m}{r}$ que l'on peut donner à ce potentiel que le champ E est identique à celui que développeraient des forces centrales proportionnelles aux masses et inversement proportionnelles au carré des distances.

» 3° *Champ électrique ou magnétique.* — On arrive à une conclusion analogue dans le cas d'un champ électrique ou magnétique admettant un potentiel; les masses m_1, m_2, ... sont alors ce qu'on appelle des *masses électriques* ou *magnétiques*. Nous reviendrons sur ce sujet dans une prochaine Communication.

» 4° *Champ électromagnétique.* — Même explication possible du champ d'un courant par l'existence de masses magnétiques, dans toute région où le potentiel est uniforme, c'est-à-dire en dehors d'un feuillet limité au contour du courant. »

PHYSIQUE. — *Sur les densités de quelques gaz et la composition de l'eau.* Note de M. A. **Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une récente Communication à la Société royale de Londres ([1]), Lord Rayleigh donne le Tableau comparatif suivant des densités par rapport à l'air normal ([2])

	Azote.	Oxygène.	Hydrogène.
D'après Regnault	0,97138	1,10562	0,06949
» V. Jolly	0,97245	1,10502	
» A. Leduc	0,97203	1,10503	0,06947
» L. Rayleigh	0,97209	1,10535	0,06960

» Je rappellerai d'abord que la dernière décimale, sauf pour l'hydrogène, ne peut être donnée qu'à titre de renseignement, et qu'elle peut être affectée, quelle que soit la précision des mesures, d'une erreur de trois ou quatre unités. Je suis donc complètement d'accord avec Lord Rayleigh sur la densité de l'azote, ainsi que d'ailleurs sur le poids du litre d'air normal ($1^{gr},2932$ à $1^{gr},2933$).

» J'ai discuté déjà les erreurs de Regnault relatives à l'azote et à l'oxygène. Mes expériences me laissent la conviction que la densité de ce dernier gaz est inférieure à 1,1051. Je me trouve d'accord, comme on le voit, avec M. V. Jolly, mais non avec Lord Rayleigh. Ce dernier trouve l'oxygène obtenu par électrolyse un peu plus dense que celui que fournit la décomposition des chlorates de potasse et de soude : voilà un résultat bien inattendu, et qu'il serait intéressant de soumettre à une discussion approfondie dont les éléments me font défaut.

» Quant à l'hydrogène, sa densité 0,0696 a été obtenue en divisant celle de l'oxygène par le rapport 15,882 trouvé antérieurement ([3]).

» Il importe donc de nous rendre compte de la valeur de ce rapport. Or, d'après son Mémoire, Lord Rayleigh trouve, pour les poids d'oxygène remplissant son ballon ([4]), des nombres compris entre $2^{gr},5192$ et $2^{gr},5162$; il trouve de même, pour l'hydrogène, de 0,15832 à 0,15869.

([1]) Voir *Revue générale des Sciences,* 30 avril 1893.

([2]) On a fait subir aux nombres des deux premiers auteurs la correction relative à la contraction du ballon sous l'influence du vide.

([3]) *Proceedings,* vol. L; 1892.

([4]) A la pression de 30 pouces anglais de mercure (à 60°F.) et à la température de 12°C.

» Tout ce qu'il est permis *d'affirmer* d'après ces résultats, c'est que le rapport des densités est compris entre $\frac{2,5192}{0,15832}$ et $\frac{2,5162}{0,15869}$, c'est-à-dire 15,912 et 15,856, et rien ne nous autorise à prendre avec l'auteur

$$\frac{2,51777}{0,158531} = 15,882.$$

» Bien plus, on peut dire *qu'en ce qui concerne l'hydrogène, les nombres les plus faibles sont les plus probables*. C'est ce que montre bien la série d'expériences du 24 septembre au 2 octobre 1891, dans laquelle le poids d'hydrogène diminue graduellement de 0,15869 à 0,15832, à mesure que les impuretés s'éliminent par le fonctionnement de l'appareil.

» On pourrait, pour la même raison, supposer que l'oxygène doit devenir plus dense à mesure que l'appareil fonctionne; mais les impuretés ont ici beaucoup moins d'importance, et ce phénomène ne se manifeste pas dans les tableaux. Il conviendra seulement de tenir compte de l'écart un peu fort de certains nombres (celui du 8 décembre en particulier), ce qui conduira à adopter la moyenne 2,5179.

» En divisant ce nombre par la moyenne 0,15836 des quatre nombres les plus faibles relatifs à l'hydrogène, on trouve précisément le quotient 15,90, qui résulte de mes expériences et que je crois approché à moins d'une demi-unité près sur le dernier chiffre.

» Dans cette Communication, Lord Rayleigh rappelle aussi les résultats concernant la composition en volumes de l'eau.

» M. Morley a trouvé pour le rapport des volumes d'hydrogène et d'oxygène combinés : 2,0002, puis 2,0023.

» M. Scott, qui avait trouvé autrefois 1,9965, vient d'obtenir 2,0025 (1).

---

(1) M. Scott, dans une Communication récente à la Société royale de Londres (voir *Revue générale des Sciences*, 15 mai 1893), donne comme résultat moyen de 47 expériences.

$$2,002466 \pm 0,000003.$$

Il y a là un abus remarquable des décimales. La mesure d'un volume de gaz nécessite la détermination d'une température et d'une pression; la mesure de cette dernière comporte une erreur que j'estime à $\frac{1}{30000}$ au minimum, et une erreur de $0^\circ,01$ sur la température du gaz correspond à une erreur de $\frac{1}{27000}$ sur sa masse. Si l'on tient compte de l'erreur due à l'affleurement du mercure à un repère dans les mesures volumétriques, on voit que chaque détermination ne peut être faite qu'à $\frac{1}{10000}$ près, tout au

» Enfin j'ai moi-même trouvé 2,0037, *à quelques unités près sur le dernier chiffre*. Faut-il en conclure, avec Lord Rayleigh, que ce rapport n'est pas connu à moins d'un millième près de sa valeur? Ce que nous savons de la compressibilité de l'oxygène et de l'hydrogène nous oblige à rejeter les deux nombres les plus faibles. Quant aux nombres améliorés 2,0023 et 2,0025, ils ont été obtenus par la méthode eudiométrique (ainsi que les précédents). Je n'ai pas besoin d'insister sur les difficultés bien connues de cette méthode; mais M. Scott s'est-il assuré de ce qu'il ne s'est point formé d'eau oxygénée dans son opération? Sinon, ses résultats doivent accuser un excès d'oxygène employé, comme cela arrive en effet.

» En résumé, je demeure persuadé que le rapport ci-dessus est supérieur à 2,003, et même à 2,0032.

» *Première remarque*. — La densité du mélange d'hydrogène et d'oxygène obtenu par électrolyse d'une solution de potasse devrait être, d'après les densités de Lord Rayleigh :

0,41483	si l'on admet pour le rapport des volumes		....	2,0002
0,41457	»	»	»	2,0025
0,41453	»	»	»	2,0037

tandis qu'elle est, d'après mes expériences, 0,41423, à quelques unités près du dernier ordre, c'est-à-dire inférieure à 0,4143.

» *Deuxième remarque*. — M. Scott admet, pour le rapport des densités de l'oxygène et de l'hydrogène, le nombre 15,882 discuté plus haut; il en déduit pour le poids atomique de l'oxygène le nombre 15,862. En faisant usage des densités que j'ai trouvées, il serait arrivé à 15,886, légèrement supérieur au nombre 15,88, qui résulte de la moyenne de mes expériences (deux séries de natures différentes), ainsi que de celles de M. Morley (15,882, 15,877 et 15,879). »

---

plus. Il suffit, pour s'en convaincre, d'examiner les Tableaux des expériences très soignées de Lord Rayleigh.

Quelle que soit la manière de prendre les moyennes, il est donc complètement illusoire d'inscrire les cent-millièmes et surtout les millionièmes, comme le fait M. Scott. C'est pourquoi j'ai supprimé ses deux dernières décimales.

PHYSIQUE. — *Sur la rigidité des liquides.* Note de M. **J. Colin**, présentée par M. Mascart.

« On sait que certains liquides, en particulier les huiles et les colloïdes, deviennent biréfringents lorsqu'on les déforme rapidement. Ce phénomène a été étudié notamment par M. Kundt qui, en se basant sur certaines considérations développées par Maxwell dans l'introduction de son Mémoire *Sur la théorie dynamique des gaz*, attribue cette propriété à la rigidité des liquides. D'après Maxwell, si l'on désigne par E le coefficient de rigidité d'un liquide au temps t, par E_0 le même coefficient au premier instant de déformation, on a

$$E = E_0 e^{-\frac{t}{T}},$$

e étant la base des logarithmes népériens, T le temps au bout duquel E tombe à la fraction $\frac{1}{e}$ de sa valeur initiale. Maxwell a appelé ce temps *durée de relaxation*.

» M. Schwedoff a cherché à mettre en évidence cette rigidité des liquides (¹). Il a trouvé qu'une dissolution de 5^{gr} de gélatine dans 1^{lit} d'eau était rigide, que sa rigidité diminuait avec le temps, et pour $t = \infty$ prenait une valeur constante, mais qui n'était pas nulle comme le voudrait l'hypothèse de Maxwell. Une fois la rigidité devenue constante, si l'on supprime la force qui déformait le liquide, celui-ci ne revient pas à son état primitif, il reste déformé *résiduellement*. Si l'on prend la différence entre cette déformation résiduelle et la déformation initiale, on obtient ce que M. Schwedoff appelle *la déformation active*.

» Désirant poursuivre ce genre de recherches, j'ai tout d'abord répété les expériences de M. Schwedoff sur la gélatine et je les ai étendues à d'autres corps. Je me servais de l'appareil suivant.

» Un vase cylindrique de verre de 8^{cm} de diamètre et de 25^{cm} de hauteur est percé latéralement à la hauteur de 7^{cm} d'une ouverture munie d'une tubulure horizontale dans laquelle peut se déplacer l'objectif d'un microscope muni d'un micromètre oculaire. Ce vase est surmonté d'un tube coaxial dont l'extrémité supérieure porte un micromètre de torsion, analogue à celui d'une balance de Coulomb, auquel on fixe un fil de platine. A ce fil on suspend un cylindre creux en laiton, très mince, de 15^{cm} de hau-

(¹) *Journal de Physique*, 2ᵉ série, t. VIII, p. 341; 1889.

teur et de 3^{cm} de diamètre, muni d'un dispositif permettant de le centrer. Ce cylindre plonge complètement dans le liquide qui remplit le vase. Sur sa surface on a tracé une graduation en degrés que l'on vise à l'aide du microscope. On pouvait ainsi mesurer l'angle de rotation du cylindre, à moins de deux minutes près. Une fois l'équilibre établi, on repère exactement au micromètre oculaire une division déterminée du cylindre, puis on tord le fil d'un angle connu, et l'on observe la rotation du cylindre dans le liquide.

» J'ai d'abord opéré sur la solution de 5^{gr} de gélatine dans 1^{lit} d'eau, employée par M. Schwedoff, en la laissant reposer vingt-quatre heures dans l'appareil. L'expérience a montré qu'au bout de ce temps, la solution, qui s'était prise en masse, était rigide, que sa rigidité diminuait avec le temps mais ne devenait pas nulle pour $t = \infty$. Mais j'ai reconnu de plus, que pour un même fil, une même torsion initiale de ce fil, une même concentration de la solution, l'angle dont tourne le cylindre dans le liquide dépend essentiellement du temps pendant lequel on l'a laissé reposer. Plus ce temps de repos est grand, plus l'angle de rotation est petit. Il peut même arriver qu'il soit impossible de faire tourner le cylindre, quelle que soit la torsion que l'on donne au fil.

» Les expériences ont été faites avec trois fils de platine dont les constantes de torsion étaient 11, 18,3 et 185; les résultats obtenus ont été les mêmes avec chacun d'eux.

» J'ai répété l'expérience avec la même dissolution de gélatine que j'empêchais de se prendre par l'addition de quelques gouttes d'acide sulfurique. Ici, quel que fût le temps pendant lequel on laissait reposer, la solution restait parfaitement fluide; quelque petit que fût l'angle de torsion donné au fil, on constata toujours que la rotation du cylindre était égale à l'angle de torsion du fil.

» Des résultats analogues furent obtenus avec l'huile d'olives et l'huile de ricin.

» *Exemple.* — Huile de ricin (1° du cylindre = 15 divisions micrométriques).

Torsion du fil.	Temps en minutes.	Angle de rotation du cylindre.
$\frac{1}{2}$ degré	0	0
	5	1 division micrométrique
	8	3
	13	5
	30	7
	40	$7\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{2}$ degré

» Ces expériences démontrent que, si la rigidité existe, elle n'obéit pas à la loi de M. Schwedoff. En outre, il n'y a pas lieu de considérer une *déformation active* pour ces liquides. Comme ils présentent le phénomène de double réfraction par déformation, tout comme la première solution de gélatine, la biréfringence ne peut donc s'expliquer par la déformation active.

» Quant à la solution de gélatine employée par M. Schwedoff, on ne peut la considérer comme un véritable liquide; ses propriétés se modifient notablement avec le temps. M. de Metz (¹) avait déjà constaté que son coefficient de compressibilité varie avec le temps (²). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'anhydride acétique sur le linalol; transformation en géraniol.* Note de M. G. **Bouchardat.**

« Il y a déjà un certain temps, M. Barbier a annoncé que l'anhydride acétique, réagissant sur le licaréol, $C^{20}H^{18}O^2$, extrait de l'essence de licari kanali par M. H. Morin, donnait des éthers dont la saponification séparait un alcool distinct du licaréol par son point d'ébullition, de 25° plus élevé. Depuis, M. Barbier est revenu sur l'étude de ce composé qu'il désigne sous le nom de *licarhodol* (³).

» J'étais arrivé, depuis longtemps déjà, à des résultats identiques en partant d'un *linalol* ou licaréol retiré par moi de l'essence d'aspic (*Lavandula spica*) et ayant toutes les propriétés du licaréol de M. H. Morin (⁴). J'ai attendu pour publier mes résultats que M. Barbier ait terminé ses Communications. Le linalol, traité à la température ordinaire par l'anhydride acétique, s'y combine et paraît donner l'éther correspondant, régénérant le linalol primitif. L'action est lente et incomplète. Dès que la température s'élève et est maintenue un certain temps de 100° à 120°, le pouvoir rotatoire disparaît; il y a union mais en même temps il se produit une transformation en éther acétique nouveau, dérivant d'un nouvel alcool ainsi que l'a constaté M. Barbier de son côté.

(¹) *Annales de Wiedemann*, t. XLI, p. 663; 1890.

(²) Ce travail a été exécuté au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Nancy.

(³) Ph. Barbier, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 674; t. LCXVI, p. 883, 993, 1062, 1200.

(⁴) H. Morin, *Ann. de Ch. et de Phys.*, [5], t. XXV, p. 427.

» On doit purifier cet éther par des distillations sous pression très réduite, c'est-à-dire à basse température. Par distillation à l'air ou par le maintien prolongé de l'éther à température élevée on le transforme en carbure $C^{20}H^{16}$ et en produits ne distillant plus qu'au-dessus de 250° dans le vide ou à la pression normale et en se détruisant. Ce dérivé, traité à 100° par la potasse alcoolique, fournit un acide ou un composé phénolique complexe, dont le sel de potasse a les propriétés des savons d'acides gras ou résineux. Ses solutions sont précipitées par l'addition de solutions salines; elles émulsionnent les matières grasses. Ce composé n'a pu être obtenu assez pur pour l'analyse.

» L'éther acétique que l'on obtient du linalol bout de 120° à 125° sous pression de $2^{cc},5$. Sous une épaisseur de 10^{cm} il imprime au plan de polarisation une déviation sensiblement nulle, $+0°,22'$, tenant à ce que le linalol employé et l'éther formé retenaient du camphre dextrogyre.

» Sa densité à 0° est de 0,9377 à 0,9467, chiffres plus élevés que ceux de M. Barbier et tenant à la présence de camphre dans notre produit et, croyons-nous, de licaréol dans l'autre. Cet acétate a une odeur très agréable que l'on retrouve dans l'essence de *Lavandula vera*.

» Saponifié par la potasse alcoolique à 100°, il nous a fourni un composé neutre $C^{20}H^{18}O^2$, bouillant de 226° à 231° sous la pression normale, en se décomposant un peu, totalement inactif sur la lumière polarisée; sa densité à 0° est de 0,9061. Il se combine à 4 équivalents de brome qu'il décolore instantanément comme le linalol, en donnant un corps cristallisé si l'on a opéré en évitant toute élévation de température, huileux en cas contraire. L'alcool a une odeur assez agréable de roses. L'acide chlorhydrique le transforme en un dérivé dichlorhydrique $C^{20}H^{18}Cl^2$ inactif, de densité $d_0 = 1,046$.

» Cet alcool a été trouvé par nous identique avec le *géraniol*, extrait de l'essence de géranium de l'Inde.

» Toutes les propriétés du géraniol étant incomplètement fixées, il nous a fallu nous livrer à un travail de contrôle long, dont la principale difficulté vient de la peine que l'on a à séparer le géraniol suffisamment pur. Le géraniol que nous avons eu avait une densité plus élevée que le linalol modifié, à cause de son mélange avec un peu de sesquitérébenthène. Il était à peu près inactif, lévogyre et donnait par le gaz chlorhydrique un dichlorhydrate bouillant de 150° à 160° sous une pression de $2^{cm},5$ en se décomposant sensiblement, tout comme le dichlorhydrate de linalol et de linalol modifié identiques.

» En raison de cette altérabilité, il est nécessaire de saturer le produit distillé par du gaz chlorhydrique pour avoir un corps propre à l'analyse, autrement on ne trouverait que 27 à 29 pour 100 de chlore, en outre, si l'on fait agir longtemps le gaz chlorhydrique sur le linalol, le linalol modifié ou le géraniol, ou si, après une série de distillations du chlorhydrate, on sature le produit à nouveau; on sépare ensuite le produit en deux corps de même composition, l'un bouillant de 125° à 130° sous 2^{cm} de pression et qui n'est autre que le dichlorhydrate de térébenthène ordinaire, le second bouillant vers 145° et 155° qui est le géraniol dichlorhydrique. Il y a dans cette action retour final au groupement terpilénique. MM. J. Bertram et H. Walbausch ([1]) d'abord, par l'action de l'acide formique, M. Semmler ([2]), M. Barbier ensuite, par l'action de l'anhydride acétique à 150° sur le linalol, ont transformé ce dernier en terpilène.

» M. Delaire, qui a bien voulu examiner le linalol modifié, n'a pas hésité à l'identifier avec le géraniol par ses caractères organoleptiques.

» D'après nos expériences, le linalol ou licaréol modifié par l'éthérification paraît donc identique avec le géraniol, et, par suite, l'aldéhyde dérivant du linalol et obtenu par MM. J. Bertram et H. Walbausch, puis par M. Barbier, est identique avec le géraniol, d'odeur citronée, $d_0 = 0,898$. Le linalol comme le géraniol paraissent très répandus dans les essences naturelles. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Méthode générale pour l'analyse des beurres* ([3]). Note de M. **Raoul Brullé**, présentée par M. Schützenberger.

« La falsification des corps gras est devenue, comme on le sait, une pratique extrêmement répandue et le préjudice qu'elle cause à l'industrie laitière est si grand que les Pouvoirs publics, les Sociétés d'Agriculture et les Syndicats agricoles se sont efforcés de trouver des moyens de répression contre la fraude.

» Malheureusement les substances employées pour la falsification sont

---

([1]) J. Bertram et H. Walbausch, *Journ. für prak. Chem.*, t. XLV, p. 590.

([2]) Semmler, *Deutsch. Ch. Ges.*, t. XXIV, p. 682.

([3]) Les résultats fournis par cette méthode ont fait l'objet d'un rapport très circonstancié de M. Aubin, le distingué directeur du laboratoire de la Société des Agriculteurs de France. Ce rapport a été présenté à la Section d'Économie du bétail et d'industrie laitière.

elles-mêmes si variées qu'il a été impossible jusqu'ici de trouver un procédé suffisamment général pour qu'il puisse s'appliquer dans tous les cas. Les matières grasses étrangères ajoutées aux beurres sont tantôt d'origine animale (oléomargarine, graisse, etc.), tantôt d'origine végétale (huiles de graines, huiles d'olives).

» Tous ces différents cas de falsification peuvent être décelés par un ensemble de réactions qui m'ont été enseignées par une longue pratique.

» 1° La présence des huiles de graines dans les beurres se reconnaît par l'emploi du nitrate d'argent en solution alcoolique qui fournit des changements de coloration très caractéristiques lorsqu'il y a mélange. On chauffe dans un tube à essai 12^{cc} de beurre avec 5^{cc} de solution argentique à 25 pour 1000. L'examen microscopique des cristaux obtenus après refroidissement permet de reconnaître l'adultération par l'huile d'olives qui, seule, échappait à ce procédé;

» 2° Il est plus difficile de découvrir les graisses animales. Pour cela on chauffe au bain d'huile à 148°, 5^{cc} de beurre préalablement fondu et filtré, et placé dans une capsule à fond plat, de 7^{cm} de diamètre. Lorsque la matière atteint la température de 130° on y ajoute une pincée de pierre ponce pulvérisée et 8 gouttes d'acide nitrique fumant. On mélange et l'on chauffe pendant douze minutes environ. Cela fait on met à refroidir dans une pièce à 21°. Au bout d'une heure on procède à l'essai à l'*oléogrammètre*. Cet instrument se compose d'une tige verticale surmontée d'un large plateau et glissant dans un anneau fixé à un support. L'extrémité de la tige est appliquée sur la surface durcie de la matière refroidie. On place des poids sur le plateau jusqu'à ce que l'extrémité de la tige s'enfonce brusquement dans la matière : ces poids représentent la résistance à l'oléogrammètre du beurre examiné. Les résultats obtenus sont assez surprenants.

» En effet, si l'échantillon est un beurre pur, l'enfoncement de la tige s'obtient avec une charge moyenne de 250^{gr}. La même expérience, faite avec de la margarine pure, exigerait 5000^{gr}. Les chiffres intermédiaires permettent d'évaluer avec une précision suffisante la proportion d'un mélange de margarine et de beurre : un poids de 900^{gr} à 1000^{gr}, par exemple, correspond à un beurre margariné à 10 pour 100.

» Lorsque les margarines contiennent des proportions notables d'huile de graines, les indications de l'oléogrammètre présentent des écarts assez grands, mais l'emploi du nitrate d'argent permet alors de trancher la difficulté, car les deux méthodes se complètent l'une l'autre.

» L'explication théorique de ces faits n'est pas encore connue. Proba-

blement que les variations observées dans les principaux cas proviennent d'une différence dans le degré d'oxydation que subissent les matières grasses sous l'influence de l'acide nitrique, les graisses animales s'oxydant plus fortement que les beurres et se transformant, par suite, en une matière solide, résistante, qui est peut-être de l'élaïdine. Les températures indiquées plus haut sont celles qui ont été fournies par l'expérience comme donnant les meilleurs résultats : elles n'ont pas été fixées empiriquement, comme on serait tenté de le croire à première vue.

» *Résultats*. — Plus de deux cents dosages ont été effectués, à l'aide de cette méthode, au laboratoire de la Société des Agriculteurs de France, sur des beurres de provenances extrêmement diverses, mais d'une pureté certaine, et sur des mélanges également variés avec des margarines de toute nature, et préparés par les soins d'une Commission spéciale [1] qui surveillait rigoureusement les opérations. Les résultats énoncés d'après les analyses ont toujours été conformes à la vérité, ce qui démontre jusqu'à l'évidence l'importance de cette méthode d'analyse des beurres. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la physiologie de l'Ecrevisse*. Note de M. **L. Cuénot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Cette Note est un résumé des résultats obtenus par des méthodes nouvelles ou peu employées sur divers points intéressants de la physiologie du foie et du tube digestif de l'Écrevisse (*Astacus fluviatilis* Rond., var. *nobilis*).

» *Absorption intestinale*. — Pour déterminer le point où sont absorbés les produits de la digestion, j'ai donné à des Écrevisses de la nourriture colorée par diverses couleurs d'aniline ou mélangée à de la graisse. Il existe deux organes absorbants : 1° le foie, surtout aux extrémités des cœcums, est chargé de l'absorption des corps solubles (peptone, sucre, etc.); 2° l'intestin moyen [*Mitteldarm* de Frenzel [2]], court segment qui suit l'estomac, est chargé de l'absorption des graisses.

» Après digestion de viande colorée, on constate que les cœcums hépa-

---

(1) MM. Maurice Boucherie et Jules Le Conte, présidents de cette Commission, qui, depuis plusieurs années, étudient avec le plus grand soin et sans se laisser décourager par les difficultés et les insuccès toutes les méthodes proposées pour l'analyse des beurres, ont bien voulu se charger du soin d'organiser et de contrôler toutes les expériences.

(2) Frenzel, *Ueber den Darmcanal der Crustaceen nebst Bemerkungen zur Epithelregeneration* (*Arch. mikr. Anat.*, Bd. 25, p. 137, 1885).

tiques sont remplis d'un liquide renfermant en dissolution la matière colorante ([1]), sans aucune particule solide, les matières non digérées, au contraire, continuant leur route à travers l'intestin; c'est donc à travers l'épithélium du foie que passent dans le sang les produits nutritifs, dont la matière colorante retrace fidèlement la route. Presque toutes les couleurs employées sont arrêtées au passage et ne franchissent pas la paroi épithéliale des cœcums, celle-ci exerçant un choix, une *fonction d'arrêt*, comme le foie des Vertébrés et celui des Gastéropodes pulmonés; cependant la vésuvine, comme l'a reconnu C. de Saint-Hilaire, traverse cette paroi et passe dans le sang, ce qui ne peut laisser aucun doute sur le rôle absorbant du foie.

» La graisse, émulsionnée et en partie saponifiée par le liquide stomacal, suit une marche toute différente; elle passe dans l'intestin moyen (y compris sa bosse dorsale connue sous le nom de *cœcum*) et est absorbée par ses cellules sous la forme de fines gouttelettes. On sait d'ailleurs que cet épithélium, entièrement dépourvu de cuticule chitineuse (Frenzel), est tout à fait semblable à celui de l'intestin grêle des Vertébrés; les figures observées lors de l'absorption des graisses sont absolument identiques à celles si souvent décrites chez ces derniers.

» *Cornet pylorique; glandes intestinales.* — On sait que l'armature chitineuse de l'estomac se termine, au contact de l'intestin moyen, par une sorte de cornet conique (*valvule pylorique dorsale*), attaché à la face dorsale de l'estomac, et qui pend jusque dans l'intestin terminal. Ce cornet n'est pas une valvule qui empêche les excréments de refluer dans l'estomac, comme le disent tous les auteurs (Huxley, Mocquard); il n'y a qu'à pousser une injection par l'anus pour se convaincre que la route est parfaitement libre. Tandis que les graisses semi-fluides et les liquides filent dans l'intestin moyen, les matières solides non digérées s'engagent dans le cornet et tombent directement dans l'intestin terminal; par ce procédé, l'épithélium si délicat du premier n'a pas à craindre de contacts trop rudes. Au point de vue physiologique, ce cornet pylorique est donc tout à fait analogue à l'entonnoir (*Tricther*) étudié surtout par Schneider ([2]) chez de

---

([1]) C. de Saint-Hilaire, *Sur la résorption chez l'Écrevisse* (*Bull. Acad. roy. de Belgique*, 3e série, t. XXIV, p. 506, 1892). Il a constaté aussi, mais sans en tirer de conclusions positives, que « si l'Écrevisse digère d'une manière normale des muscles colorés au carmin, le suc entre dans les tubes du pancréas tout rouge. »

([2]) Schneider, *Ueber den Darmcanal der Arthropoden* (*Zool. Beiträge*, Bd. 2, p. 82; 1890).

nombreux Insectes; il est compréhensible que chez l'Écrevisse, l'entonnoir ne seprolonge pas jusqu'aux environs de l'anus, comme chez les Insectes, puisque l'intestin terminal est revêtu, sur toute sa longueur, d'une épaisse cuticule chitineuse.

» Vitzou [1] et Frenzel ont décrit, chez divers Décapodes, des *glandes intestinales,* dont ils n'ont pas précisé la place; d'après ce dernier, elles manqueraient chez l'Écrevisse. Au confluent de l'intestin moyen et de l'intestin terminal, j'ai trouvé (*Astacus, Maïa squinado* Rond.) un amas circulaire de glandes sphériques, dont les fins canaux excréteurs débouchent juste au confluent des deux segments précisés. Chez l'Écrevisse, ce sont les seules glandes que j'ai vues dans l'intestin.

» *Fonction régulatrice du foie.* — Les expériences de Dastre et Loye [2], d'Hamburger [3], etc., ont montré que lorsque l'on introduit dans l'organisme d'un Mammifère une certaine quantité d'eau (par injection veineuse), le liquide injecté est éliminé très rapidement et tel quel par le rein en première ligne, puis par l'intestin, parfois aussi par les glandes salivaires et lacrymales : ce mécanisme régulateur tolère la pénétration d'une certaine quantité d'eau dans l'économie et rejette tout excédent en dehors. Il existe une disposition analogue chez l'Écrevisse : les petites quantités d'eau ($\frac{1}{3}$ de centimètre cube) sont enlevées entièrement par les reins, mais lorsque l'on atteint 1^{cc} (en une ou plusieurs injections), le rein ne suffit plus, et une quantité très notable d'eau est absorbée par les cœcums hépatiques, passe dans l'estomac et de là au dehors. Il est facile de mettre le fait en évidence en colorant l'eau par une substance quelconque que l'on retrouve alors dans le tube digestif, ce qui n'arrive jamais, je le répète, lorsque l'on n'injecte qu'un tiers de centimètre cube [4].

» Le foie des Crustacés Décapodes, outre la sécrétion des ferments digestifs et l'accumulation des produits de réserve (glycogène, graisse), joue donc un rôle important : 1° comme lieu d'absorption des produits

---

(1) Vitzou, *Recherches sur la structure et sur la formation des téguments chez les Crustacés Décapodes* (*Arch. Zool. exp.*, 1re série, t. X, p. 45; 1882).

(2) Dastre et Loye, *Nouvelles recherches sur l'injection de l'eau salée dans les vaisseaux* (*Arch. de Physiol.*, 5e série, t. I, p. 253; 1889).

(3) Hamburger, *Sur une propriété nouvelle des hématies* (*Revue générale des Sciences*, 30 janvier 1893).

(4) C'est ce phénomène d'élimination de l'eau qui a fait croire à C. de Saint-Hilaire que le foie de l'Écrevisse excrétait certaines couleurs d'aniline injectées dans le sang; dans ses expériences, il avait probablement dépassé la quantité supportable.

solubles de la digestion; 2° comme régulateur de la composition du sang, au point de vue de sa teneur en eau ([1]). »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Mécanisme du processus hyperplasique dans les tumeurs épithéliales. Applications* ([2]). Note de M. **Fabre-Domergue**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une Communication à la Société de Biologie (20 février 1892) j'ai émis l'opinion (et mes observations ultérieures m'ont encore affermi dans cette manière de voir) que le processus hyperplasique par lequel prennent naissance les néoplasmes épithéliaux dépendait du sens de la direction de la cellule épithéliale; que dans les épithéliums de revêtement comme dans les épithéliums glandulaires normaux, l'axe de division cellulaire était toujours perpendiculaire à la couche basilaire, le plan de division toujours parallèle à cette couche et qu'enfin le mécanisme tout entier du processus néoplasique résultait uniquement des modifications anormales de la direction des plans de division cellulaire. Ces modifications anormales vont en s'accentuant du papillome à l'épithéliome embryonnaire pour les tumeurs émanant des épithéliums de revêtement, de l'adénome au carcinome pour celles qui dérivent des épithéliums glandulaires. Par leurs transitions insensibles, elles montrent bien que les tumeurs épithéliales ne sont que les manifestations à des degrés divers d'un seul et même processus hyperplasique.

» Mes recherches, commencées depuis trois ans, ont porté principalement sur les pièces provenant du service de mon maître, M. le prof. Le Dentu, et dont le nombre s'élève à plus d'une centaine. Tous mes matériaux d'étude ont été fixés à l'état frais par le liquide chromo-acéto-osmique de Flemming, coupés à la paraffine et colorés soit par la safranine (méthode d'Henneguy), soit par le violet de gentiane (méthode de Gram).

» Sur les coupes perpendiculaires des diverses variétés de tumeurs que j'ai examinées, on peut constater facilement les figures de division cellulaire et le sens de leur direction; l'on peut voir les fuseaux achromatiques des cellules basilaires du papillome s'implanter pour ainsi dire sur la membrane limitante de la couche épidermique, les cellules en division

([1]) Travail du laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Nancy.

([2]) Travail du laboratoire de clinique chirurgicale de l'Hôpital Necker.

de l'épithélium lobulé s'orienter autour de centres plus ou moins espacés, etc. Le fait est d'ailleurs assez facile à vérifier pour qu'il suffise de le signaler à l'attention des observateurs qui pourront trouver là des éléments assez précis de diagnostic histologique des tumeurs épithéliales.

» Si l'on reconnaît la réalité du mécanisme cytodiérétique, l'on se trouve, par là même, conduit à admettre que nous possédons la connaissance non pas de la cause première, mais de la cause seconde de l'hyperplasie épithéliale. Or, dans le cas particulier, la cause seconde n'étant que la manifestation tangible d'une force inconnue ou cause première, ne peut-on espérer agir sur celle-ci en agissant sur ses manifestations? En d'autres termes, ne pourrait-on, en modifiant l'orientation de division des cellules d'un néoplasme, ramener cette orientation à la normale sans pour cela connaître la cause qui produit la désorientation?

» Un certain nombre d'observateurs ont déjà reconnu la possibilité d'agir sur le sens de la direction cellulaire. M. L. Lortet, agissant sur les spermaties des lichens et des champignons, MM. d'Arsonval, R. Dubois, expérimentant sur les microbes, Verwonn sur les infusoires, Hertwig sur des œufs d'invertébrés, ont constaté l'influence de divers agents parmi lesquels figure en première ligne l'électricité. La cellule s'oriente longitudinalement dans le sens du courant qui la traverse. Elle obéit en cela aux mêmes lois qui régissent les corps inertes et il est permis de présumer que l'action directrice s'exerce sur elle non seulement en tant qu'ensemble mais aussi sur chacune des molécules organiques qui la constituent.

» La loi du mécanisme cytodiérétique des tumeurs telle que je l'ai établie l'année dernière et telle que je la confirme aujourd'hui présente donc, outre son intérêt intrinsèque, une portée beaucoup plus générale et qui est subordonnée au développement futur des recherches sur les applications de l'énergie à la direction de l'orientation cellulaire. En l'état actuel de nos connaissances sur le sujet, l'on peut déjà en prévoir, sinon les applications thérapeutiques, du moins l'établissement d'un nouveau plan de recherches basé sur le rapport que je viens d'indiquer.

» Je laisse bien entendu de côté l'hypothèse de l'étiologie parasitaire dite *coccidienne* qui, étant donnée d'une part l'absence complète de caractères spécifiques assignés par ses partisans à leurs pseudo-parasites, étant données d'autre part les nombreuses formes de transition qu'il m'a été permis de constater entre ceux-ci et la cellule épithéliale néoplasique, peut encore être considérée comme extrêmement problématique. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur les modifications de l'excrétion de l'urée au cours de certaines maladies chirurgicales et surtout après les grandes opérations. Conséquences au point de vue de la thérapeutique et des soins consécutifs aux opérations.* Note de M. **Just Championnière**, présentée par M. Guyon.

« Dans l'étude des maladies chirurgicales, on a cherché à tirer des examens de l'urine des éléments de diagnostic et de pronostic. En outre des grandes cachexies albuminuriques et diabétiques, on a pensé trouver dans la détermination du taux de l'urée un secours précieux pour le diagnostic. La diminution de l'urée chez les sujets atteints de cancers viscéraux a même paru, à certains chirurgiens, constituer un signe pathognomonique de ces cancers.

» Depuis six années, j'ai fait étudier régulièrement tous les grands opérés de mon service. Antérieurement, j'avais fait faire cette étude pour certains d'entre eux seulement et les conclusions qui suivent, obtenues après plusieurs centaines d'examens, sont sensiblement différentes de celles admises jusqu'ici.

» La diminution du taux de l'urée, qui, du reste, s'accompagne habituellement d'une diminution parallèle de la quantité de liquide urinaire rendue, est bien loin de caractériser toujours les cancers viscéraux. On la trouve surtout dans les cas où ces cancers ont déjà déterminé une déchéance organique considérable; dans le cas où la santé générale est conservée, le taux est souvent voisin de la normale.

» Cette diminution m'a paru plus commune dans les cancers des ovaires que dans les autres cancers viscéraux. On peut voir dans ces cas l'urée quotidienne abaissée de 6^{gr} à 5^{gr}, même à 3^{gr}.

» Toutefois, même avec les cancers des ovaires, on peut trouver le taux de l'urée à peu près normal. J'ai depuis longtemps considéré cette condition comme favorable au point de vue opératoire. Ayant tenu compte de ce renseignement pour mes opérations, j'ai vu la mortalité si grave de ces sortes d'opérations faire place à des proportions de guérison véritablement satisfaisantes.

» Mais, si j'ai trouvé que bien des maladies malignes s'accompagnaient encore d'un taux d'urée assez élevé, j'ai pu constater que certaines maladies non malignes des ovaires s'accompagnaient fréquemment d'une diminution

extraordinaire du taux de l'urée. Ce sont surtout les petites lésions des ovaires, les ovarites à petits kystes désignées aussi sous le nom d'*ovarites scléro-kystiques,* qui ont présenté cette particularité. Dans ces cas l'abaissement du taux de l'urée témoigne d'une cachexie grave. Il nous fait comprendre que ces maladies des ovaires, que l'on considère d'ordinaire comme compatible avec la survie, détruisent la santé générale et mettent indirectement la vie en péril et méritent l'attention du médecin.

» Si, chez ces cachectiques, on veut faire impunément des opérations, soit l'ablation des ovaires malades, il faut, par des soins, par le repos, par le régime, faire se remonter, au moins passagèrement, ce taux de l'urée.

» *Augmentation de la décharge de l'urée après les grandes opérations.* — Quel que soit le taux primitif de l'urée dans l'urine aussitôt après l'opération, ce taux augmente dans d'extraordinaires proportions. C'est du premier au troisième jour après l'opération que se produit cette augmentation. Le maximum est ordinairement atteint le troisième jour, quelquefois le seeond. Cette élévation est d'autant plus remarquable qu'à ce moment on ne pourrait la mettre sur le compte des *ingesta.* L'opéré que je soigne est toujours à la diète dans cette période.

» Il est commun que le taux de l'urée soit triplé, il est souvent doublé. Si le chiffre était bas, il peut être proportionnellement énorme. Je l'ai vu passer de 5^{gr} à 25^{gr}. Dans un cas de chiffre premier plus normal, j'ai vu, chez une femme, après une fixation de l'utérus à la paroi abdominale, le chiffre de l'urée excrétée passer de 13^{gr} à 45^{gr} le troisième jour.

» En somme, il faut considérer cette élévation du taux de l'urée dans l'urine comme une conséquence directe des suites des opérations.

» Au bout de quelques jours ce maximum s'abaisse, le sujet revient au voisinage de la normale, et si on l'avait trouvé très cachectique avec des abaissements habituels de l'urée, à la suite de l'opération qui l'a guéri, on le retrouve avec des chiffres normaux après la guérison.

» J'ai ainsi retrouvé entre autres une femme, guérie par l'ablation d'ovaires à petits kystes, qui présentait 25^{gr} d'urée quotidienne, alors qu'au moment de l'opération on n'avait constaté que 7^{gr}, 8^{gr} ou 10^{gr} comme maximum.

» Cette décharge nécessaire d'urée peut être expliquée par l'ébranlement du système nerveux, soit par la résorption des épanchements sanguins, soit surtout par la résorption nécessaire d'éléments anatomiques nombreux compromis par le traumatisme.

» En tous cas, au point de vue de la pratique chirurgicale, elle demande un rein, sinon sain, du moins suffisant.

» Pour l'accomplissement de cette fonction, le rein doit être aidé dans la mesure du possible. Or le premier secours qu'on puisse lui donner, c'est de ne pas ajouter à ses nécessités d'élimination par l'administration des purgatifs. Cette administration, qui m'a toujours paru plus particulièrement précieuse dans la chirurgie abdominale, doit être faite après toutes les opérations.

» On revient ainsi, par suite d'une observation scientifique rigoureuse, à deux pratiques de la Chirurgie du passé, trop abandonnées de nos jours, la diète et les purgatifs dans les jours qui suivent les opérations.

» J'estime donc que l'examen du taux de l'urée doit précéder et suivre toutes les opérations. Il donne de précieuses indications sur l'état de la santé générale du sujet et sur certaines préparations qu'il est nécessaire de lui faire subir.

» Cet examen nous apprend aussi que l'opéré étant tenu de consommer une partie de lui-même, il n'y a pour lui aucune nécessité d'alimentation immédiate. Au contraire, cette alimentation peut être pernicieuse.

» D'après certains faits que j'ai observés, il y aurait intérêt à étudier chez les sujets à opérer non seulement ceux qui présentent une diminution de l'urée, mais aussi ceux qui en présentent un excès. J'ai vu survenir certaines complications opératoires chez des sujets qui, avant toute opération, avaient eu dans l'urine des excès considérables d'urée. »

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 mai 1893.

Clinique chirurgicale, par A. Richet, professeur de Clinique chirurgicale à la Faculté de Médecine de Paris, chirurgien de l'Hôtel-Dieu, Membre de l'Institut, de l'Académie de Médecine et de la Société de Chirurgie. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Verneuil.)

Essai de statique végétale. La racine considérée comme un corps pesant et flexible, par Augustin Letellier, docteur ès Sciences, chargé du cours d'Histoire naturelle au lycée de Caen. Caen, Lanier, 1893; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Duchartre.)

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut et de la Société nationale d'Agriculture, etc. Tome XIX, n° 5. Paris, G. Masson, 1893; 1 fasc. in-8°.

Anatomie de l'utérus pendant la grossesse et l'accouchement. Section vertico-médiane d'un sujet congelé au sixième mois de la gestation, par MM. L. Testut et Em. Blanc. Paris, O. Doin, 1893; 1 vol. gr. in-f°. (Présenté par M. Bouchard. Renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon. Tomes XXVII, XXVIII; 3e série, tome I. Paris, J.-B. Baillière; Lyon, Ch. Palud; 3 vol. gr. in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon. 6e série, tomes IV et V, 1891-1892. Lyon, Rey et Georg; Paris, J.-B. Baillière et fils, 1892-1893; 2 vol. gr. in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux. 4e série, tomes I et III. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 2 vol. in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers (*ancienne Académie d'Angers*). 4e série, tome VI (année 1892). Angers, Lachèse et Cie; 1 vol. in-8°.

Discovery of the exact site of Asoka's classic capital of Pataliputra, the Palibothra of the Greeks and description of the superficial remains, by L.-A. Waddell, M. B. Calcutta, 1892; 1 vol. gr. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 JUIN 1893,

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur les travaux du comte P. de Gasparin; par M. **Th. Schlœsing**.

« M. P. de Gasparin, Correspondant de l'Académie dans la Section d'Économie rurale, décédé le 8 mai dernier, dans sa quatre-vingt-deuxième année, était sorti de l'École Polytechnique en 1833, pour entrer au corps des Ponts et Chaussées. D'abord en résidence à Marseille, puis à Orange, il brisa lui-même sa carrière d'ingénieur en refusant de prêter le serment exigé en 1852 de tous les fonctionnaires par le nouveau gouvernement. Il s'adonna dès lors exclusivement à l'Agriculture. Menant de front, à l'exemple de son illustre père, l'exploitation d'importants domaines, les études d'Économie rurale et les recherches de Chimie agricole,

il sut bientôt conquérir une place distinguée parmi nos meilleurs agronomes.

» Il se fit connaître d'abord par de nombreux et excellents articles insérés au *Journal d'Agriculture,* fruits de ses travaux sur les terres, les agents de la fertilité, la composition et les besoins des plantes, les eaux naturelles.... Ces publications, pleines d'aperçus originaux, contenaient les éléments d'un Ouvrage capital, publié en 1872, sous le nom de *Traité de la détermination des terres arables au laboratoire*. Ce titre indique nettement l'objet de l'Ouvrage : il s'agit de répondre, par une recherche faite au laboratoire, à la question qui domine tout le travail du cultivateur : quelle est la nature et la dose de principes fertilisants à introduire dans une terre pour atteindre, par l'augmentation de la production, le profit le plus élevé? L'auteur s'efforce d'abord de choisir ou de créer les meilleures méthodes d'analyse propres à déterminer les aliments minéraux des plantes disséminés dans les sols, et tout spécialement l'acide phosphorique. Mais les déterminations de ce genre, fussent-elles parfaites, ont en elles-mêmes peu de valeur, si on ne sait les interpréter en tenant compte de la constitution de la terre et de toutes les données dépendant des lieux qui s'y rapportent. Comment arriver aux interprétations qui, seules, ont du prix pour l'agriculteur? Par l'analyse d'un grand nombre de terres arables, prises en diverses régions agricoles, et par la comparaison des résultats obtenus au laboratoire avec les résultats obtenus aux champs avant et après l'emploi des engrais spéciaux. Telle est l'œuvre capitale dont M. Paul de Gasparin a jeté les fondements. Pour sa part, il a appliqué ses procédés d'analyses à 63 terres de caractères différents, dont il connaissait la puissance productrice, et a donné des modèles achevés de la discussion nécessaire en pareille matière.

» Au cours de ces études, deux faits d'une haute importance ont été mis en évidence : c'est d'abord la constance des proportions des éléments nutritifs dans une même formation géologique, en sorte qu'il devient possible de dresser, avec quelques terres bien choisies, ce que l'auteur appelle le cadastre agrologique d'une région ; c'est, ensuite, l'importance du dosage de l'acide phosphorique, dosage qui suffit le plus souvent pour donner la mesure de la production végétale.

» L'exemple donné par notre regretté Correspondant a été suivi par d'éminents analystes ; les comparaisons s'accumulent entre les résultats de l'analyse et ceux de la culture, et les réponses des chimistes aux demandes

des praticiens prennent, de jour en jour, plus de certitude et de précision. Ainsi, l'œuvre entreprise par M. P. de Gasparin se poursuit avec succès; elle a droit à la reconnaissance des agriculteurs et fera toujours vivre dans leur mémoire le souvenir de celui qui en a été l'initiateur. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur le fer d'Ovifak.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Après la publication de nos études sur la terre bleue du Cap et sur la météorite de Cañon-Diablo, M. Daubrée a eu l'obligeance de mettre à notre disposition quelques échantillons du fer d'Ovifak, découvert au Groenland par M. Nordenskiöld, afin de chercher s'ils pouvaient contenir du diamant. Nous savons, du reste, par une Note parue aux *Comptes rendus,* que M. Nordenskiöld, de son côté, se préoccupe de cette question.

» D'après M. Daubrée (¹), ces blocs de fer appartiennent au moins, à trois types :

» Le premier est à éclat métallique et presque noir; le deuxième, à éclat métallique, est d'un gris clair, et dans le troisième la substance métallique, au lieu d'être continue, n'apparaît qu'en globules ou en grains dans une partie lithoïde, d'un vert très foncé et de nature silicatée.

» Ces trois échantillons ont été traités séparément, en suivant la méthode que nous avons employée pour séparer les diamants microscopiques dans la terre bleue du Cap (²).

» *Échantillon n° 3.* — 34^{gr} de gros fragments nous ont laissé, après épuisement par l'acide chlorhydrique, un résidu très volumineux. Après un traitement à l'acide fluorhydrique bouillant, puis un traitement à l'acide sulfurique, il nous est resté un résidu beaucoup plus faible, qui, étudié au microscope, nous a fourni :

» 1° Des globules parfaitement sphériques d'un vert foncé;

» 2° Quelques cristaux prismatiques de forme allongée, transparents;

» 3° Des fragments de saphir colorés en bleu, que l'on a pu séparer à la pince et caractériser avec netteté.

(¹) Daubrée, *Examen des roches avec fer natif, découvertes en* 1870 *par M. Nordenskiöld au Groenland* (*Comptes rendus,* t. LXXIV, p. 1541 et t. LXXV, p. 240).

(²) H. Moissan, *Sur la présence du graphite, du carbonado et de diamants microscopiques dans la terre bleue du Cap* (*Comptes rendus,* t. CXVI, p. 292).

» 4° Quelques rares fragments de charbon de forme irrégulière, d'une couleur mate et d'une densité inférieure à 2.

» En répétant les traitements alternatifs à l'acide fluorhydrique et à l'acide sulfurique, le volume de la poudre a continué à diminuer. Quelques attaques au chlorate de potassium et à l'acide azotique ont fait disparaître le carbone avec rapidité. Enfin, une dernière attaque au bisulfate en fusion, suivie d'un lavage à l'acide fluorhydrique, n'ont plus laissé de résidu.

» *Échantillon n°* 2. — 18^{gr} de cet échantillon, traités par l'acide chlorhydrique, ont laissé une petite quantité de substance pulvérulente et de charbon léger. On distingue facilement au microscope quelques parcelles de schreibersite, une matière blanche, opaque, en masses irrégulières, et un grand nombre de grains réfringents de forme quelconque.

» Un premier traitement à l'acide fluorhydrique diminue déjà le volume de ce résidu. Après une attaque à l'acide sulfurique bouillant, la quantité de charbon amorphe augmente, ce qui semble indiquer l'existence d'un graphite foisonnant. On renouvelle les attaques à l'acide fluorhydrique et à l'acide sulfurique. Le résidu est traité onze fois par le mélange de chlorate de potassium et d'acide azotique, enfin repris par le bisulfate de potassium en fusion, puis finalement par l'acide fluorhydrique.

» Il ne reste plus que quelques grains noirs microscopiques, rongés superficiellement, et qui disparaissent dans le sulfate de potasse en fusion.

» M. Berthelot ([1]), dans l'étude qu'il avait faite d'un échantillon de fer d'Ovifak, avait déjà indiqué l'existence d'une substance analogue qui n'est pas du diamant.

» *Échantillon n°* 1. — Fragment de 11^{gr}. Après traitement à l'acide chlorhydrique, il est resté une petite quantité de charbon amorphe très léger. Une première attaque à l'acide fluorhydrique a diminué le résidu, mais, par l'acide sulfurique bouillant, le charbon amorphe a augmenté. Cet échantillon doit aussi contenir du graphite foisonnant. Il renfermait du graphite non foisonnant nettement cristallisé au microscope et qui a donné de l'oxyde graphitique après les traitements au chlorate. Après attaque par le bisulfate, il ne restait aucun résidu.

» *Conclusions.* — En résumé, dans les quelques échantillons de fer d'Ovifak que M. Daubrée a bien voulu nous confier, nous avons caractérisé nettement, dans l'un d'eux du saphir, dans les trois du charbon

---

([1]) Analyse citée dans le travail de M. Daubrée.

amorphe; dans deux d'entre eux du graphite foisonnant; dans un seul du graphite ordinaire, et nous n'avons rencontré ni diamants noirs, ni diamants transparents dans aucun de ces échantillons. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la genèse des phosphates naturels, et en particulier de ceux qui ont emprunté leur phosphore aux êtres organisés;* par **M. Armand Gautier.**

« Les conditions géologiques particulièrement simples où les phosphates de chaux et d'alumine se sont formés dans les galeries souterraines de Minerve ([1]), et les confirmations expérimentales des diverses hypothèses que m'ont suggérées les faits observés dans ce gisement, me permettent d'aborder maintenant l'étude du mécanisme qui a présidé à la genèse de ces substances, et de montrer quelle suite de réactions et de transformations régulières rattache entre eux les guanos, les phosphates concrétionnés ou disséminés dans les roches calcaires et les nitres naturels eux-mêmes.

» Remarquons d'abord que les phosphates minéraux se rencontrent sous trois formes et ont trois origines :

» 1° Les plus anciens existent dans les roches ignées : basaltes, trachytes, ophites, etc., et jusque dans les granits ([2]) et les gneiss ([3]) sous forme d'inclusions microscopiques ou en petits cristaux constitués par l'apatite, l'ambligonite, la wagnérite. Ils ont pour origine première les phosphures métalliques du noyau central. Dans ces roches, le poids des phosphates varie de 0,5 à 3 et 4 pour 100. De là, la fertilité des sols formés par ces roches, en particulier par les détritus volcaniques.

» 2° La seconde catégorie de phosphates est d'origine hydrominérale, ou du moins ceux-ci se rencontrent dans les failles des terrains primitifs autrefois parcourues par les émanations d'origine profonde, ou dans des couches remaniées par les eaux chaudes. Telles sont les apatites des filons des terrains cristalliniens, qu'accompagnent souvent le quartz, la fluorine et même la cassitérite; ainsi que les phosphates cristallisés, que l'on trouve dans les failles des terrains stratifiés les plus anciens (apatites des schistes

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 928, 1022 et 1171.

([2]) Bertrand de Lom, *Comptes rendus*, t. LVII, p. 343.

([3]) On trouve l'apatite dans beaucoup de gneiss et, en particulier, dans ceux du Canada, en beaux prismes hexagonaux.

de l'Estramadure, du dévonien du Nassau; wavellite du dévonien et du jurassique; turquoise des filons porphyriques du Turkestan). A côté de ces phosphates, il faut immédiatement placer ceux, plus récents, que M. Daubrée a depuis longtemps démontré avoir été déposés par les eaux minérales chaudes, dans les terrains jurassiques, crétacés et tertiaires (¹) et en France particulièrement, dans le Lot et la Corrèze, phosphates remplissant des fentes ou crevasses à parois non corrodées, et se présentant sous forme de concrétions rubanées, agatiformes, vitreuses, fibreuses, ou en masses botryoïdes à grain fin et serré. Ces phosphates, comme les précédents, sont difficilement assimilables par les plantes, vu leur compacité, et comme eux ils sont exempts de matière organique et d'azote.

» 3° La troisième espèce de phosphates, les véritables phosphorites, se rencontrent tantôt sous forme de concrétions rocheuses sans éclat, chagrinées, grisâtres, jaunâtres ou incolores, quelquefois farineuses, friables, poreuses, formées de parties peu homogènes, le plus souvent mélangées de sulfate et de carbonate de chaux : ce sont les plus modernes; tantôt sous forme de sables disséminés dans des bancs calcaires, ou agglomérés dans des poches ou cavités irrégulières creusées par corrosion du calcaire; tantôt à l'état de nodules assez légers, faciles à pulvériser, isolés ou non de la roche. Dans toutes ces phosphorites on peut distinguer le plus souvent, à l'œil ou au microscope, de nombreux restes fossiles (débris d'ossements, écailles et arêtes de poissons, reptiles, spongiaires, rhizopodes, algues, etc.). Tous ces phosphates, généralement nitrés et contenant un résidu de matière organique, sont d'origine notoirement animale ou végétale. Telles sont les phosphorites de la Somme, du Quercy, du Berry, des Ardennes, du Boulonnais, de Mons, et celles dont les dépôts se produisent encore à l'heure actuelle le long des côtes de l'Afrique australe, ainsi que l'ont établi les sondages récents du *Challenger*. On ne saurait plus douter aujourd'hui que cette troisième sorte de phosphorites n'ait emprunté la plus notable partie de son phosphore aux restes des êtres organisés (²).

» Telle est aussi l'origine des phosphates des guanos et de ceux que nous avons rencontrés dans la grotte de Minerve. Dans ces galeries, transformées aujourd'hui en ossuaires, les grands quadrupèdes quater-

---

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1028.

(²) La fossilisation phosphatique est un phénomène complexe; une partie du phosphate de chaux a été apportée par les eaux à l'état dissous, et celle-ci peut avoir une origine minérale.

naires, les chauves-souris qui habitent encore ces cavernes, et l'homme préhistorique lui-même ont, durant des centaines de siècles accumulé leurs dépouilles et leurs excréments, qui, sous l'influence des ferments bactériens et nitriques, se sont peu à peu transformés en nitrates, sulfates et phosphates. Mais, dans les conditions toutes particulières où ces phosphorites se sont ici formées comme en vase clos, entre le permien inattaquable du sous-sol et le nummulitique des parois qui a fourni, comme on va le voir, la chaux nécessaire, il est possible de préciser la suite des réactions qui leur ont donné naissance, et permis de les généraliser ensuite.

» Remarquons qu'en se décomposant sous l'action des bactéries, les matières albuminoïdes, d'origine animale ou végétale, donnent de l'ammoniaque, des amides divers, de l'acide carbonique en excès, de l'hydrogène sulfuré, un peu d'hydrogène et d'azote, enfin des produits phosphorés fixes et volatils ([1]). Cette première phase, phase *de réduction,* est suivie d'une phase contraire, ou d'*oxydation,* dès que le dégagement de gaz carbonique a pris fin. Alors intervient l'oxygène de l'air qui, soit directement, soit surtout grâce aux ferments aérobies, oxyde les amines et les acides gras ou lactiques des sels ammoniacaux, transformé leur azote en acide nitrique, et le soufre ou le phosphore des corps sulfurés et phosphorés en acides correspondants.

» Le nitre, les sulfates et les phosphates restent, en effet, dans les résidus ultimes de ces fermentations successives, qui font disparaître peu à peu la matière organique. Mais ces sulfates et phosphates résiduels ont plusieurs origines. Pour ne parler que de ces derniers, on sait que les phosphates de potasse, de chaux et de magnésie ne manquent dans aucune cellule végétale ou animale ; ils restent donc en nature à côté des phosphates du squelette, après que la putréfaction a pris fin. D'autre part, les tissus mous et les humeurs contiennent tous du phosphore à l'état d'acide phosphorique conjugué, sous forme de protagon, de lécithine, de nucléine, etc. Durant la putréfaction, leur acide phosphorique s'unit à l'ammoniaque au fur et à mesure que se désagrège la molécule complexe qui le contenait. Enfin, dans la période d'oxydation ultime, les phosphines produites dans la phase de réduction, et les principes phosphorés de l'économie, tels que la plastine, la jécorine, etc., qui contiennent du phosphore organique sous une forme encore indéterminée, donnent naissance à de l'acide phosphorique nouveau.

([1]) A. Gautier et Etard, *Comptes rendus,* t. XCIV, p. 1357.

» La production des phosphates d'ammoniaque aux dépens des matières organiques azotées en fermentation ammoniacale, et particulièrement celle du phosphate bibasique $PO^4(AzH^4)^2H$, qui résulte de la dissociation à l'air du phosphate triammoniacal $PO^4(AzH^4)^3$, peut être démontrée expérimentalement. Elle a été déjà indiquée par Chevreul qui trouva ce sel dans les guanos en roche du Pérou, sous forme de parcelles ou de plaques translucides, semblables à du verre à vitre, confusément cristallines, faciles à séparer du reste du guano pétrifié [1]. La formation des phosphates d'ammoniaque au cours de la putréfaction ne saurait donc faire de doute. Elle va nous expliquer la genèse des phosphates de chaux naturels.

» Entraînés, en effet, par les eaux souterraines, ces phosphates d'ammoniaque imprègnent le calcaire qu'ils rencontrent et le transforment en phosphate bibasique ou tribasique suivant les proportions du sel ammoniacal et son état de dissociation à l'air :

$$PO^4(AzH^4)^2H + CO^3Ca = PO^4CaH + CO^3(AzH^4)^2.$$

» Au contact du calcaire, le carbonate d'ammoniaque ainsi formé s'oxyde à son tour aux dépens du ferment nitrique et donne du nitrate de chaux, seconde phase de la réaction, à laquelle se rattache la production des nitres naturels, sur laquelle nous reviendrons.

» Quant à la première, celle qui donne naissance aux phosphates de chaux bibasique et tribasique, nous l'avons soumise au contrôle de l'expérience. Du phosphate d'ammoniaque ammoniacal dissous dans l'eau fut additionné de craie. Le mélange fut chauffé, dans un ballon ouvert, vers 85°, pour hâter la réaction. On se bornait à renouveler l'eau qui s'évaporait. Dès le début et jusqu'à la fin, il se dégagea de l'ammoniaque et de l'acide carbonique. Après quatre-vingts heures on mit fin à l'expérience. La matière pulvérulente qui restait fut lavée à l'eau; après dessiccation prolongée à l'air ambiant, elle présenta la composition centésimale suivante :

Craie inattaquée	5,66
Phosphate tribasique de chaux	11,28
Phosphate bicalcique $(PO^4CaH)^2 3H^2O$	82,78

» Il reste donc expérimentalement établi qu'une partie au moins du phosphate tribasique de chaux, et le phosphate bibasique ou brushite que nous avons trouvé dans les galeries profondes de la grotte de Minerve, mais

(1) CHEVREUL, *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1378 et 1500.

qui existe dans la plupart des guanos rocheux ([1]), résultent de l'action sur le calcaire des phosphates d'ammoniaque provenant eux-mêmes de la destruction bactérienne des matières organiques azotées et phosphorées. La brushite se forme généralement, comme dans nos expériences de contrôle, en même temps que le phosphate tribasique, mais, bien plus soluble que lui, elle est entraînée par les eaux souterraines, et va souvent se déposer sous forme de concrétions farineuses, cristallines, dans les poches à parois argileuses peu perméables.

» Ces phosphorites d'origine organique peuvent être mélangées aux débris osseux et autres restes calcifiés des animaux primitifs, mais ils n'en proviennent pas directement, du moins en grande partie. Dans nos galeries de Minerve, les ossements se sont conservés intacts, mais les dépouilles qui les enveloppaient ont disparu, transformées en sels ammoniacaux, et ceux-ci, entraînés par les eaux, sont venus attaquer la roche calcaire, Ce phénomène est frappant dans la grotte. Partout où les eaux ont séjourné. on voit les parois nummulitiques des galeries attaquées suivant un niveau horizontal et transformées en phosphates sur une épaisseur de quelques millimètres. Ces croûtes ont donné à l'analyse la composition suivante :

	I.
Eau (et traces de matière organique)	24,99
Calcaire.	3,13
Argile et silice.	5,56 ([2])
Phosphate tribasique $(PO^4)^2Ca^3$...........	58,66
Phosphate bibasique PO^4CaH.............	5,12
Fluorure de calcium.......................	1,41
Sulfate de chaux...........................	très sensible

([1]) On l'a signalé à l'état cristallin dans ceux des îles Avas, mais il existe, en fait, dans presque tous les guanos. Boussingault a trouvé, dans ceux des îles Chinchas (*Comptes rendus*, t. LI, p. 846) :

Phosphate de chaux tribasique......	19,52
Phosphate bibasique...............	6,71

et Malagutti a rencontré, dans ceux de Patagonie :

Phosphate de chaux tribasique.....	56,77
Phosphate bibasique...............	10,20

([2]) Le nummulitique qui a été ainsi transformé superficiellement ne contient que 0,2 à 0,3 pour 100 d'acide phosphorique. L'argile et la silice que nous trouvons ici préexistaient dans cette roche.

» Dans les galeries profondes de la grotte, où les eaux ont baigné durant des siècles les blocs calcaires tombés de la voûte ou des parois, elles les ont corrodés jusqu'au cœur, lorsqu'ils sont de petit volume, et totalement transformés en une matière friable, blanche, mélange des deux phosphates. Si les blocs sont plus gros, de un quart à un demi-mètre cube, par exemple, ils sont revêtus de la même substance, mais, lorsqu'on les casse, on trouve en leur centre un noyau de roche nummulitique encore persistant, témoin incontestable de l'origine de la chaux de ces phosphates et du mécanisme qui a produit la corrosion dont ces phosphorites dérivent.

» Nous nous proposons de faire connaître, dans une dernière Note, les réactions que provoquent les produits de la destruction bactérienne des matières animales ou végétales lorsqu'elles viennent au contact des espèces minérales contenant de l'alumine ou du fer. »

BOTANIQUE. — *De la multiplicité des parties homologues dans ses rapports avec la gradation des végétaux;* par M. **A. Chatin.**

« Je reprends, la complétant d'observations nouvelles empruntées la plupart à la Morphologie et à l'Organogénie, quelques-unes à la Paléontologie et à l'Anatomie, une étude qui m'occupa autrefois, savoir la recherche des caractères propres à donner la mesure de l'élévation relative des espèces végétales.

Un point, tout d'abord négligé, puis très diversement apprécié, est celui qui touche à la signification de la répétition, ou multiplicité des organes homologues d'un appareil donné.

Faut-il considérer la multiplicité des parties homologues, celle des étamines et des carpelles par exemple, visée exclusivement par l'éminent auteur de la *Philosophie botanique,* comme signe d'élévation ou d'abaissement organique? Et les autres verticilles floraux, calice et corolle, sont-ils sans signification aucune?

» Les anciens botanistes Césolpin, Ray, Tournefort ne s'en préoccupèrent pas; il en fut de même encore de Linné et de Laurent de Jussieu.

» De Candolle qui, le premier, eut le mérite d'arrêter ses pensées sur des sujets de Philosophie botanique, n'hésite pas à admettre que « les » plantes les plus parfaites sont celles dans lesquelles les organes sont à » la fois *les plus nombreux et les plus distincts* ». Comme conséquence et application de ce principe, il place en tête du règne végétal les Renoncu-

lacées, commençant même la série par le *Clematis Vitalba* (à la fois polyandre et apétale).

» J'examinerai, ailleurs, si l'éminent auteur de la *Philosophie botanique* fit une juste application du principe, vrai en lui-même, de la *distinction* des organes; aujourd'hui je vais essayer d'établir que la multiplicité des parties homologues, bien loin d'être un caractère d'élévation, est un signe certain d'abaissement organique.

» Je fus le premier à dire que dans les plantes la grande multiplicité des parties homologues est un caractère de dégradation, et bientôt après Adrien de Jussieu adoptait cette opinion, qui, bien qu'alors incomplètement développée, n'a plus trouvé de contradicteurs sérieux.

» A. Brongniart, en plaçant au premier rang les Caliciflores, se prononçait contre la prééminence du nombre.

» Les faits principaux établissant que la multiplicité des parties homologues est un caractère d'abaissement des espèces peuvent être groupés sous les chefs suivants :

» 1. Plus les parties homologues sont nombreuses, plus elles s'éloignent du type verticillaire des appareils floraux ou de reproduction pour se rapprocher du type spiralé des appareils de végétation.

» Or, dans les plantes, les appareils de la reproduction sont à ceux de la nutrition ce que, chez les animaux, les appareils de la vie de relation sont à ceux de la reproduction, pour ne rien dire de ceux de nutrition.

» 2. Plus les parties homologues sont nombreuses, moins leur symétrie réciproque est régulière, et leur position stable.

» 3. Plus les parties homologues sont nombreuses, plus souvent on constate que ce caractère est en corrélation avec d'autres caractères, lesquels sont incontestablement des indices de dégradation. C'est ainsi que, chez les Renonculacées tenues par de Candolle comme représentant les plus parfaites des plantes, l'absence de la corolle est si ordinaire que, lorsqu'elle existe, on peut admettre que c'est par la métamorphose descendante des étamines les plus extérieures.

» A l'appui de cette vue, l'Organogénie montre que les mamelons pétalaires naissent ici dans l'ordre spiral et non simultanément, ce qui est l'attribut général des vraies corolles.

» C'est aussi encore chez des Renonculacées que le calice tient parfois assez des feuilles pour avoir inspiré à Gœthe l'idée de l'unité de type des appendices de la reproduction et de ceux de la végétation, qu'existent des étamines et des pétales multiples disposés en séries spiralées ou foliaires,

des graines toujours munies d'un gros albumen par suite d'un arrêt dans le développement des ovules, et des feuilles dont les larges gaînes rappellent celles des Monocotylédones, embranchement inférieur.

» De Candolle n'avait eu égard dans la fleur, au point de vue de cette étude, qu'aux étamines et aux carpelles, mais la corolle et le calice ne sont pas organes tout à fait négligeables dans leurs enseignements.

» Le nombre des parties homologues de la corolle est à considérer :

» 1° Dans le verticille unique, attribut le plus ordinaire des fleurs;

» 2° Dans la répétition ou multiplication de ce verticille.

» Étant donné que, dans les verticilles uniques, le nombre type, ou le plus commun des éléments homologues, est celui de cinq dans les Dicotylédones, de trois chez les Monocotylédones, il ressort de la comparaison avec l'ensemble des caractères que, dans les Dicotylédones, l'abaissement au-dessous du nombre type (réduit à quatre en beaucoup de Rubiacées, ou même à trois, à deux seulement dans la Circée) n'est pas un indice d'abaissement, tandis que la multiplicité des parties du verticille, rarement observée dans les Corolliflores, les plus élevées des Dicotylédones, est assez fréquente dans les Dialypétales (Crassulacées, etc.)

» Quant aux Mésembryanthémées, l'Organogénie établit que leur verticille aux pétales multiples est le produit d'étamines transformées, l'apétalie et la polypétalie, l'une et l'autre signes de dégradation, se montrant ici successivement dans les mêmes fleurs.

» Dans les Renonculacées aussi, la Renoncule à 5 pétales, l'*Adonis* à 1 — 8 pétales, etc., l'Organogénie, en montrant que les mamelons corollins apparaissent dans l'ordre spiralé, indique que le groupe est normalement apétale, état qui persiste dans bon nombre de ses genres.

» La répétition du verticille corollin donne, sur le degré d'élévation des espèces, de plus sûrs indices que le nombre des parties d'une corolle simple.

» Ce n'est qu'exceptionnellement, et seulement par suite de développements tératologiques, que la corolle double dans les Dicotylédones Gamopétales; le fait contraire se présente chez bon nombre de Dialypétales (Berbéridées, Papavéracées, Annonacées, Magnoliacées).

» En d'autres Dialypétales, la multiplication des pétales se produit par la métamorphose des étamines en pétales; ce fait est d'observation fréquente seulement dans les Dialypétales polystémones. Cette métamorphose est un indice d'autant plus certain de dégradation qu'ici les étamines, organes de reproduction, passent au service d'une fonction moins

élevée. Aussi ne sera-t-on pas surpris de trouver la métamorphose des étamines coïncider, dans les mêmes groupes naturels, avec l'avortement même de la corolle (*Macleia* et *Bocconia* dans les Papavéracées, *Clematis*, *Anemone*, etc. chez les Renonculacées, *Hyalostemma* près des Annonacées).

» La répétition des verticilles du calice est, comme celle de la corolle, un caractère de dégradation ; aussi n'est-ce jamais dans les Gamopétales, mais dans les Dialypétales (Berbéridées, Lythrariées, etc.) qu'elle existe.

» Il en est à peu près de même des calices caliculés par le rapprochement, des sépales, de stipules ou de bractées.

» Mais si l'appareil de la reproduction fournit, quant à la multiplicité des organes homologues, les plus sûrs indices de l'abaissement organique, l'appareil de la végétation n'est pas, à ce point de vue, tout à fait négligeable. C'est ainsi qu'en voyant les Monocotylédones à tiges, et surtout à racines généralement multiples, et les Dicotylédones, au contraire, à tige et racine uniques, on est amené à voir, dans ce qui est l'attribut de l'embranchement inférieur des Phanérogames, un indice de dégradation relative.

» Que si certaines Monocotylédones, d'ailleurs des plus parfaites (*Vallisneria, Paris, Butomus, Damasonium, Alisma,* etc.), à racines, d'ailleurs habituellement exorhizes, ont d'abord une racine simple, bientôt celle-ci fait place à des racines multiples.

» Inversement, si quelques Dicotylédones (*Tropæolées*) ont à la germination des racines multiples et endorhizes, c'est dans les Dialypétales, groupe dégradé, non dans les Gamopétales corolliflores, qu'on les trouve ; et d'ailleurs ces racines multiples ne tardent pas, par avortements, à être réduites à la souche unique, type des Dicotylédones.

» Les enseignements de la Paléontologie établissant que les êtres les plus inférieurs, végétaux comme animaux, ont apparu les premiers, s'accordent d'ailleurs pleinement avec ceux fournis par la considération de la répétition des parties homologues, comme aussi, ce que nous développerons ailleurs, avec la signification de la variété et de la localisation des organes.

» De tout ce qui précède ressort, démontrée, cette proposition :

» *La multiplicité des organes homologues est un signe d'abaissement dans les végétaux.*

» Or, cette proposition, établie sur des faits empruntés exclusivement aux plantes, peut s'appuyer indirectement du règne animal, soit qu'on

considère certains animaux aux divers stades de leur évolution, soit que l'on compare entre eux des groupes naturels dont la hiérarchie est bien fixée.

» A la chenille, polypode, succède l'insecte parfait, devenu hexapode par un complément de développement; et, le myriapode, classé au-dessous de l'insecte proprement dit, est-il autre chose que ce dernier resté à l'état de chenille par un arrêt dans son évolution? Et le crustacé isopode, aux nombreuses paires de pattes homologues, n'est-il pas placé au-dessous du crustacé décapode?

» C'est ainsi que la signification du grand nombre ou de la multiplicité des organes homologues dans les végétaux se fortifie de faits correspondants offerts par les animaux, tant il est vrai que, sur les questions d'ordre supérieur, la Botanique et la Zoologie sont solidaires. »

NOMINATIONS.

Sur la demande de la Commission chargée de juger le Concours des prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon, M. **Chauveau** est adjoint à cette Commission.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission chargée de présenter une question pour le prix Pourat (Physiologie) à décerner en 1895.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

MM. Marey, Brown-Séquard, Bouchard, Chauveau, Charcot réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et de Lacaze-Duthiers.

CORRESPONDANCE.

M. G. **Widemann**, nommé Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. *Gaston Milhaud*, ayant pour titre : « Leçons sur les origines de la Science grecque ». (Présenté par M. Darboux.)

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur l'application répétée du théorème de Bernoulli*. Note de M. **Jules Andrade.**

« Lorsqu'on envisage deux séries parallèles d'événements :

$$b_1,\ b_2,\ \ldots,\ b_i,\ \ldots,$$
$$B_1,\ B_2,\ \ldots,\ B_i,\ \ldots,$$

en nombre indéfini, et dont les probabilités respectives sont :

$$q_1,\ q_2,\ \ldots,\ q_i,\ \ldots,$$
$$Q_1,\ Q_2,\ \ldots,\ Q_i,\ \ldots,$$

il peut arriver que l'on ait, pour $i = \infty$,

$$\lim q_i = \lim Q_i = 0,$$

et que le rapport $\frac{q_i}{Q_i}$ tende vers une valeur déterminée et finie.

» Je suppose alors qu'on soumette l'apparition des deux événements *correspondants* b_i, B_i à μ_i épreuves successives et que l'entier μ_i soit pris assez grand pour que les produits $\mu_i q_i$, $\mu_i Q_i$ croissent indéfiniment avec l'entier i.

» Dans μ_i premières épreuves, l'événement b_i arrive m_i fois.

» Dans μ_i épreuves, l'événement B_i arrive M_i fois.

» On peut appliquer à ces deux séries de répétitions d'épreuves la méthode employée dans la démonstration du théorème de Bernoulli.

» La considération d'un nombre entier λ dont l'ordre de grandeur (par rapport à l'ordre de $\mu_i q_i$ ou de $\mu_i Q_i$) serait intermédiaire entre les nombres $\frac{1}{2}$ et $\frac{2}{3}$ égal à $\frac{2}{3} - \omega$, $(\omega < \frac{1}{6})$ permet d'aboutir aux résultats suivants, dans l'énoncé desquels j'appelle (η) toute quantité infiniment petite de l'ordre de η.

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{m_i}{\mu_i - m_i} = q_i\left[1 + \left(\dfrac{1}{\mu_i q_i}\right)^{\frac{1}{3}+\omega}\right] & \text{avec une probabilité}\quad 1 - \left(\dfrac{1}{\mu_i q_i}\right), \\ \dfrac{M_i}{\mu_i - M_i} = Q_i\left[1 + \left(\dfrac{1}{\mu_i Q_i}\right)^{\frac{1}{3}+\omega}\right] & \text{avec une probabilité}\quad 1 - \left(\dfrac{1}{\mu_i Q_i}\right). \end{cases}$$

» La seule variante à la démonstration connue consiste à apprécier non seulement l'écart considéré habituellement, savoir :

$$\frac{m}{\mu - m} - q,$$

mais encore l'écart *relatif*

$$\frac{\frac{m}{\mu - m} - q}{q},$$

et à tenir compte de l'ordre des quantités négligées.

» Avec les mêmes probabilités respectives, on tire de (1)

$$(2)\quad \begin{cases} \dfrac{m_i}{\mu_i} = q_i\left[1 + (q_i) + \left(\dfrac{1}{\mu_i q_i}\right)^{\frac{1}{3}+\omega}\right], \\ \dfrac{M_i}{\mu_i} = Q_i\left[1 + (Q_i) + \left(\dfrac{1}{\mu_i Q_i}\right)^{\frac{1}{3}+\omega}\right]; \end{cases}$$

on déduit de là, d'après le principe des probabilités composées, en remarquant que $(q_i) = (Q_i)$.

$$(3)\quad \frac{m_i}{M_i} = \frac{q_i}{Q_i}\left[1 + (q_i) + \left(\frac{1}{\mu_i q_i}\right)^{\frac{1}{3}+\omega}\right] \quad \text{avec une probabilité } \textit{moindre} \text{ que} \quad 1 - \left(\frac{1}{\mu_i q_i}\right).$$

» Si l'on fait maintenant

$$\lim \frac{q_i}{Q_i} = \frac{q_0}{Q_0},$$

$$\frac{q_i}{Q_i} = \frac{q_0}{Q_0}[1 + (\eta_i)],$$

on pourra encore écrire, avec la même probabilité $< 1 - \left(\frac{1}{\mu_i q_i}\right)$,

$$(4)\quad \frac{m_i}{M_i} = \frac{q_0}{Q_0}\left[1 + (\eta_i) + (q_i) + \left(\frac{1}{\mu_i q_i}\right)^{\frac{1}{3}+\omega}\right].$$

» Si donc le produit

$$\prod_{i=\mathrm{H}}^{i=\infty}\left[1 - \left(\frac{1}{\mu_i q_i}\right)\right]$$

est convergent, on voit que la *succession* des valeurs

$$\frac{m_{\mathrm{H}}}{M_{\mathrm{H}}}, \quad \frac{m_{\mathrm{H}+1}}{M_{\mathrm{H}+1}}, \quad \dots$$

forme une *suite d'approximations* en nombres rationnels de la quan-

tité $\frac{q_0}{Q_0}$ et *cela* avec une probabilité qui tend vers la certitude quand H augmente indéfiniment. La formule (4) fixe les degrés successifs d'approximation.

» *Application.* — Soient k_i, n_i deux nombres entiers, et supposons que l'événement b_i consiste en un tirage de $k_i \times n_i$ numéros consécutifs où aucun numéro ne soit égal à son rang de tirage à *un multiple de n_i près;* l'événement B_i consiste en un tirage des mêmes numéros, où aucun d'eux ne soit égal à son rang de tirage à *un multiple de k_i près*. De plus, nous poserons

$$n_i - k_i = x = \text{un nombre entier } \textit{donné};$$

en faisant

$$P_n = 1 - \frac{1}{1} + \frac{1}{1.2} - \frac{1}{1.2.3} + \ldots + (-1)^n \frac{1}{1.2\ldots n},$$

j'ai trouvé dans ce cas particulier

$$(5)\qquad \begin{cases} q_i = (P_{n_i})^{k_i} \dfrac{(1.2\ldots n_i)^{k_i}(1.2\ldots k_i)^{n_i}}{1.2.3\ldots \overline{n_i k_i}}, \\ Q_i = (P_{k_i})^{n_i} \dfrac{(1.2\ldots n_i)^{k_i}(1.2\ldots k_i)^{n_i}}{1.2.3\ldots \overline{n_i k_i}}. \end{cases}$$

» Les valeurs *principales* de q_i et Q_i sont alors ainsi exprimées au moyen du premier nombre B_1 de Bernoulli,

$$(6)\qquad \begin{cases} q_i = (P_{n_i})^{k_i} e^{-k_i n_i} n_i^{\frac{k_i-1}{2}} k_i^{\frac{n_i-1}{2}} \sqrt{2\pi}^{k_i+n_i-1} e^{B_1}, \\ Q_i = (P_{k_i})^{n_i} e^{-k_i n_i} n_i^{\frac{k_i-1}{2}} k_i^{\frac{n_i-1}{2}} \sqrt{2\pi}^{k_i+n_i-1} e^{B_1}; \end{cases}$$

q_i et Q_i tendent donc vers zéro, comme on le voit nettement en posant

$$k_i + n_i = s_i,$$

ce qui fait connaître, en outre, l'ordre de q_i et de Q_i.

» Le choix le plus simple pour μ_i consiste à prendre

$$\mu_i = 3^{k_i n_i} \qquad (\text{puisque } e < 3).$$

» Ici le produit $\Pi\left[1 - \left(\frac{1}{\mu_i q_i}\right)\right]$ est rapidement convergent.

» (η_i) est de l'ordre de la plus petite des quantités $\frac{1}{1.2\ldots n_i}$, $\frac{1}{1.2\ldots k_i}$, et enfin

$$\frac{q_0}{Q_0} = e^x.$$

» On peut donc énoncer le théorème suivant :

» *k et n désignant deux entiers variables dont la différence $n - k = x$ est donnée, on considère 2.3^{kn} urnes renfermant chacune kn boules numérotées de 1 à kn; on vide ces urnes chacune à leur tour, en ayant soin de noter pour une première moitié de ces urnes le nombre m des tirages où aucune boule ne sort à son rang à un multiple de n près; de noter également, pour la seconde moitié des urnes, le nombre M des tirages où aucune boule ne sort à son rang à un multiple de k près; lorsque les entiers k et n croissent simultanément d'entiers égaux, indéfiniment, le rapport $\frac{m}{M}$ et les suivants forment une suite de valeurs approchées de l'irrationnelle e^x.* »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur des problèmes de Dynamique, qui se réduisent à des quadratures.* Note de M. **Paul Staeckel**, présentée par M. Darboux.

« Dans sa Note du 8 mai 1893, M. Goursat a généralisé mon théorème sur une classe de problèmes de Dynamique. Or c'est précisément la discussion des problèmes formulés par M. Goursat qui a été l'objet de mes recherches ultérieures, dont je vais exposer les résultats principaux dans les lignes suivantes; la démonstration complète sera donnée dans un des Cahiers prochains des *Mathematischen Annalen*.

» Conservant la notation de ma Communication précédente, et substituant $\varphi_{10}, \varphi_{20}, \ldots, \varphi_{n0}$ au lieu des $\psi_1, \psi_2, \ldots, \psi_n$ de M. Goursat, j'obtiens les équations du mouvement

$$(\mathrm{A}) \quad \begin{cases} \sum_{k=1}^{n} \int \frac{\varphi_{k1}\, dq_k}{\sqrt{2\varphi_{k0} + 2\varphi_{k1}\alpha_1 + \ldots + 2\varphi_{kn}\alpha_n}} = \tau - t \\ \sum_{k=1}^{n} \int \frac{\varphi_{k\mu}\, dq_k}{\sqrt{2\varphi_{k0} + 2\varphi_{k1}\alpha_1 + \ldots + 2\varphi_{kn}\alpha_n}} = \beta_\mu \qquad (\mu = 2, 3, \ldots, n). \end{cases}$$

» La discussion de ces équations se ramène à la considération des équations plus générales

$$(\mathrm{B}) \qquad \sum_{k=1}^{n} \int \frac{\varphi_{k\lambda}(q_k)\, dq_k}{\sqrt{\psi_k(q_k)}} = t_\lambda \qquad (\lambda = 1, 2, \ldots, n),$$

qui définissent un problème d'inversion entre les variables réelles q_1,

$q_2, \ldots, q_n$ et $t_1, t_2, \ldots, t_n$; en posant $n = 1$, on retrouve le problème d'inversion, traité par M. Weierstrass dans son célèbre Mémoire de 1866.

» Je suppose :

» 1° Que les fonctions $\psi_1, \psi_2, \ldots, \psi_n$ peuvent être mises sous la forme

$$\psi_k = (q_k - a_k)(b_k - q_k)\chi_k(q_k),$$

où les constantes a_k et b_k sont réelles, et où les fonctions χ_k ont des valeurs finies et positives dans les intervalles

$$q_k = (a_k \ldots b_k)$$

» 2° Que, dans les mêmes intervalles, les fonctions $\varphi_k(q_k)$ conservent leur signe et le déterminant

$$\left| \frac{\varphi_{k\lambda}(q_k)}{\sqrt{\psi_k}} \right| = \frac{\Phi}{\sqrt{\psi_1 . \psi_2 \ldots \psi_n}} \qquad (k, \lambda = 1, 2, \ldots, n)$$

est fini et différent de zéro. Alors, pour des valeurs restreintes aux mêmes limites, *les variables* $q_1, q_2, \ldots, q_n$ *sont des fonctions uniformes de* $t_1, t_2, \ldots, t_n$ *qui ont exactement n systèmes de périodes réelles,* savoir

$$2\omega_{\mu 1}, \quad 2\omega_{\mu 2}, \quad \ldots, \quad 2\omega_{\mu n} \qquad (\mu = 1, 2, \ldots, n)$$

données par

$$\omega_{k\lambda} = \int_{a_k}^{b_k} \frac{\varphi_{k\lambda}(q_k)\, dq_k}{\sqrt{\psi_k(q_k)}}.$$

» En substituant $2\varphi_{k0} + 2\varphi_{k1}\alpha_1 + \ldots + 2\varphi_{kn}\alpha_n$ au lieu de ψ_k, une fonction linéaire du temps t au lieu de t_1, des constantes au lieu de $t_2, t_3, \ldots, t_n$, on obtient des fonctions $q_1, q_3, \ldots, q_n$ du temps t, qui satisfont aux équations (A), et l'on peut déterminer les $2n$ constantes qui se trouvent dans ces fonctions, en sorte que les conditions initiales du mouvement soient remplies. Le mouvement n'est périodique que quand il existe des nombres entiers $m_1, m_2, \ldots, m_n$ pour lesquels on a

$$\sum_{k=1}^{n} m_k \omega_{k\lambda} = 0, \qquad (\lambda = 2, 3, \ldots, n);$$

dans ce cas, la période du mouvement est

$$2\Omega = \sum_{k=1}^{n} m_k \omega_{k1}.$$

» La discussion des équations A se simplifie beaucoup si l'on pose

$$\varphi_{10} = \Pi(q_1), \qquad \varphi_{20} = 0, \qquad \ldots, \qquad \varphi_{n0} = 0;$$
$$\varphi_{11} = 1, \qquad \varphi_{21} = 0, \qquad \ldots, \qquad \varphi_{n1} = 0.$$

» Le problème spécialisé peut être considéré comme une généralisation du problème connu du mouvement d'un point matériel sur une surface de révolution qui est sollicité par des forces, dont la fonction des forces est constante aux parallèles. On sait que ce problème a été réduit aux quadratures par Jacobi en 1842.

» Mais c'est aussi à une autre classe de problèmes de Dynamique qu'appartient cette question et sur lesquels j'ose appeler l'attention des géomètres, savoir des problèmes où le premier paramètre différentiel de la fonction des forces U relative à la forme différentielle

$$\sum a_{k\lambda}\, dq_k\, dq_\lambda \qquad (k\lambda, = 1, 2, \ldots, n)$$

est une fonction de cette seule quantité

$$\Delta_1(\mathrm{U}) = f(\mathrm{U}).$$

Mais ce sera à une autre occasion que j'espère exposer les propriétés intéressantes de cette classe de problèmes de Dynamique. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Essai d'une nouvelle théorie de l'Électrostatique.* Note de M. **Vaschy**, présentée par M. A. Cornu.

« Je me propose de montrer, par l'exposé suivant, que l'on peut établir la théorie de l'Électrostatique en s'appuyant simplement sur l'expérience et le raisonnement, et en s'affranchissant des hypothèses qui, dans la théorie actuelle, paraissent indispensables, savoir : 1° existence réelle de masses électriques agissant sur des masses semblables, et même, d'après certains physiciens, sur la matière pondérable ; 2° extension de la loi de Coulomb $\left(f = \frac{mm'}{r^2}\right)$ aux actions réciproques de ces masses ; 3° hypothèse de l'électrisation induite dans les diélectriques.

» *Caractéristique d'un champ électrique.* — Pour étudier un champ électrostatique quelconque, prenons une sphère électrisée s, assez petite pour ne pas apporter une perturbation sensible dans le champ. Portons-la successivement aux divers points M_1, M_2, M_3, ..., et, en chacun de ces points,

mesurons, en grandeur et direction, la force F_1, F_2, F_3, ... à laquelle elle est soumise. Si l'on prend ensuite une autre petite sphère électrisée s' et qu'on la porte aux mêmes points M_1, M_2, M_3, ..., on observera de nouvelles forces F'_1, F'_2, F'_3, ... En comparant les forces F et F' exercées, en un même point M, sur les sphères s et s', on constate : 1° *que ces deux forces ont même direction;* 2° *que le rapport de leurs grandeurs a une valeur* μ *indépendante de la position du point* M :

$$\frac{F'_1}{F_1} = \frac{F'_2}{F_2} = \frac{F'_3}{F_3} = \ldots = \mu.$$

» Ce rapport μ, étant indépendant de l'état du champ électrique en ses divers points, ne dépend que des deux sphères d'épreuve employées s et s'. Ceci étant, attribuons aux sphères s et s' respectivement deux coefficients λ et λ', tels que le rapport de λ' à λ soit égal à μ. La série d'égalités précédentes pourra s'écrire :

$$\frac{F_1}{\lambda} = \frac{F'_1}{\lambda'} = f_1, \qquad \frac{F_2}{\lambda} = \frac{F'_2}{\lambda'} = f_2, \qquad \ldots.$$

On voit que le rapport f_1, qui, sous la forme $\frac{F_1}{\lambda}$, est indépendant de la sphère s' et, sous la forme $\frac{F'_1}{\lambda'}$, est indépendant de la sphère s, est en réalité indépendant de la nature de la sphère d'épreuve employée, et ne dépend, par conséquent, que de l'état du champ électrique au point M_1. Donc, *l'état du champ électrique en ses divers points* M_1, M_2, ... *sera défini, d'une manière indépendante de la sphère d'épreuve employée, par les vecteurs* f_1, f_2, ... En d'autres termes, la caractéristique du champ est le *vecteur* f, auquel on donne ordinairement le nom impropre de *force électrique,* et dont la connaissance en un point quelconque permet de calculer la force $F = \lambda f$, qui agirait en ce point sur une sphère d'épreuve de coefficient λ.

» Au sujet des coefficients λ, λ', λ'', ... de diverses sphères d'épreuve, on remarquera que le choix de l'un d'eux, λ par exemple, est arbitraire, mais que leurs rapports deux à deux ont des valeurs bien déterminées.

» *Le champ électrique admet un potentiel.* — Si l'on déplace un conducteur électrisé dans un milieu isolant en présence d'autres conducteurs, on constate des variations dans l'état électrique de ceux-ci; mais lorsque le corps déplacé est ramené à sa position primitive, l'ensemble du système des corps en présence, y compris le diélectrique, revient à son état pri-

mitif. Il en résulte que la variation totale d'énergie qu'a subie le système est nulle, et, en vertu du principe de la conservation de l'énergie, que le travail total des forces électriques pendant le déplacement du corps est nul. Ainsi, lorsqu'on fait décrire à la petite sphère d'épreuve s un chemin fermé, le travail total de la force F qui s'exerce sur elle est nul. On en conclut que cette force $F = \lambda f$ dérive d'un potentiel λV et, par suite, que le vecteur f dérive du potentiel V, auquel nous donnerons le nom de *potentiel électrique*.

» *Intervention des masses électriques.* — En vertu d'une propriété démontrée dans ma précédente Note (*Comptes rendus*, p. 1244, 29 mai 1893), l'existence du potentiel électrique V entraîne la conséquence suivante :

» La force $F = \lambda f$ que subit une sphère d'épreuve en tout point du champ est identique à celle qu'exercerait sur cette sphère un système de forces centrales, proportionnelles aux masses et inversement proportionnelles au carré des distances, émanant de *masses électriques* convenablement réparties. La nature de ces masses fictives et leur répartition sont définies par les formules

$$(1) \qquad 4\pi\rho = -\left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2}\right),$$

$$(2) \qquad 4\pi\sigma = -\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)_1 - \left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)_2,$$

qui font connaître leur densité de volume ρ dans tout le champ et leur densité superficielle σ sur les surfaces de discontinuité du vecteur f.

» *Application.* — Supposons qu'en explorant, à l'aide d'une sphère d'épreuve s, le champ électrique d'une sphère conductrice électrisée S de rayon R, on ait constaté que la force $F = \mu f$ est dirigée vers le centre de la sphère S et est inversement proportionnelle au carré de la distance r à ce centre; soit $f = \frac{M}{r^2}$. On en conclut, pour le potentiel : $V = \frac{M}{r}$. En portant cette expression de V dans (1), on trouve $\rho = 0$; on en conclut que *dans cette expérience l'air n'est pas électrisé*. D'autre part, l'expérience montrant que le champ électrique est nul à l'intérieur d'un conducteur, le vecteur f, nul à l'intérieur de la sphère S, présente une discontinuité sur la surface de celle-ci. En appliquant à cette surface la formule (2), on trouve $\sigma = \frac{M}{4\pi R^2}$; on en conclut que, *dans l'expérience en question, les masses électriques se réduisent à une charge* M *répartie uniformément sur la sphère*. Telle paraît être l'interprétation naturelle des expériences de Coulomb.

» *Nota.* — L'existence fictive des masses électriques agissant suivant la loi de Coulomb est liée à l'existence d'un potentiel électrique. Dans le cas général d'un champ électrique instable, où le vecteur f ne dérive point d'un potentiel, leur intervention n'a plus aucun sens. On voit par là que l'hypothèse de l'existence réelle de ces masses est capable d'expliquer certaines actions électriques, mais est forcément impuissante à franchir les bornes de l'Électrostatique. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques phénomènes présentés par les tubes de Natterer.* Note de M. **Gouy.**

« Les propriétés des fluides, au voisinage immédiat de leur point critique, sont encore peu connues, en raison de la grande variabilité des phénomènes avec la température; en effet, des variations de quelques millièmes de degré par heure empêchent absolument les observations, qui ne commencent à être satisfaisantes que lorsque ces variations ne dépassent pas $\frac{1}{10000}$ de degré.

» Les expériences que je vais rapporter ont été faites avec un assez grand nombre de tubes Natterer de diverses provenances [1], afin d'avoir une idée de l'ensemble des phénomènes et des moyens à employer pour leur étude [2]. Elles ont montré tout d'abord que, pour un même tube, les phénomènes, en général, ne dépendent pas seulement de la température actuelle, mais encore des conditions antérieures; il y a donc plusieurs états à distinguer.

» *État final.* — Le tube de Natterer, immergé dans un bain à température constante et uniforme, est retourné bout pour bout un grand nombre de fois, puis laissé en repos. Peu à peu, l'épaisse émulsion qui s'est formée se sépare en liquide et vapeur, et il s'établit un état qui paraît persister

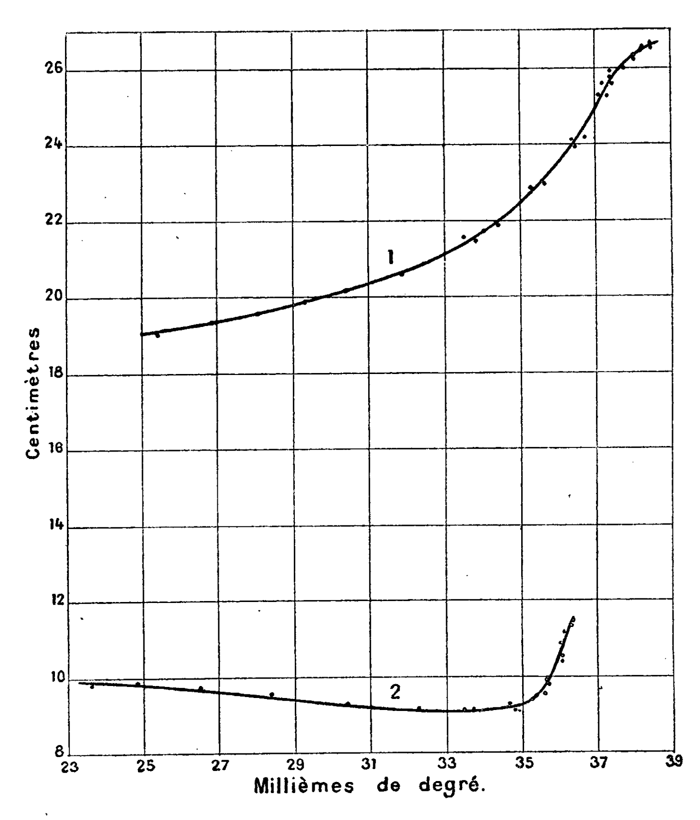
---

(1) Ces tubes avaient 25^{cm} à 30^{cm} de longueur et 4^{mm} ou 5^{mm} de diamètre intérieur.

(2) Après divers essais plus ou moins heureux, je me suis arrêté au dispositif suivant : Un bain de 100^{lit} d'eau est enveloppé de tous côtés d'une couche épaisse de duvet, qui réduit la vitesse de refroidissement à $0^{\circ},001$ par minute environ. Un régulateur d'une disposition nouvelle envoie, à quelques secondes d'intervalle, un courant électrique qui compense le refroidissement. Un agitateur mécanique produit une circulation très active, réglée de manière à réaliser une température uniforme dans la portion du bain utilisée; enfin, des thermomètres à alcool, de sensibilité appropriée et entièrement immergés, mesurent les petites différences de température.

indéfiniment et qui ne dépend pas des conditions antérieures. Cet état *final* est caractérisé par un certain niveau du liquide dans le tube. Si l'on réalise l'état final à des températures de plus en plus élevées, on voit le niveau se déplacer vers l'une ou l'autre des extrémités du tube, suivant la quantité d'acide carbonique qui y a été introduite. Le plus souvent, le niveau arrive ainsi à l'une des extrémités avant la disparition de la surface du liquide, mais certains tubes contiennent une quantité de fluide telle que la disparition de cette surface est observable ; il faut pour cela que, vers 17°, le rapport des volumes du liquide et de la vapeur soit compris entre deux limites qu'on peut fixer approximativement à 0,75 et 0,93.

Dans ces conditions, on observe que la hauteur h du liquide varie de plus en plus vite à mesure que la température θ est plus élevée, mais néanmoins $\frac{dh}{d\theta}$ reste fini. La figure ci-dessous montre deux courbes de ce genre,



où les ordonnées représentent les hauteurs h et les abscisses les températures θ, mesurées en millièmes de degré à partir d'une origine arbitraire

qui n'est pas la même pour les deux courbes. La courbe 1 est ascendante et se termine très près de l'extrémité du tube; la courbe 2 est descendante, sauf vers son extrémité, et se termine un peu plus bas que le milieu du tube.

» L'existence d'une vraie surface de séparation entre le liquide et la vapeur est accusée par la réflexion sur cette surface; dans de bonnes conditions expérimentales, ce phénomène constitue un critérium extrêmement sensible. A une certaine température, cette réflexion disparaît; pour des températures de plus en plus élevées, on voit la surface devenir de plus en plus diffuse, et il se produit des effets de mirage qui montrent qu'on n'a plus une surface de séparation à proprement parler, mais une zone de transition, où l'indice varie d'une manière continue. Lorsque cette zone atteint 2^{mm} ou 3^{mm} de hauteur, les effets optiques deviennent peu apparents, puis le tube semble rempli d'un fluide homogène. Toute cette transformation s'effectue dans un intervalle d'environ un millième de degré; elle est accompagnée d'un changement d'allure de la courbe.

» Tout ce qui précède montre que, à la température où la surface cesse d'exister et un peu au-dessus, les deux portions du fluide ont des densités sensiblement différentes, ce qu'on doit, je pense, attribuer à l'action de la pesanteur [1].

» *États variables.* — L'état final étant réalisé à une température θ_1, si l'on amène le bain à une autre température θ_2 sans agiter le tube, on constate, si θ_2 est inférieur à θ_1, qu'il se produit une ébullition et une pluie simultanées, et le tube arrive ainsi à l'état final relatif à la température θ_2. Si, au contraire, θ_2 est supérieur à θ_1, et peu différent, il ne se produit rien d'appréciable et le niveau varie fort peu, en sorte que l'appareil se comporte comme un thermomètre à minima; mais cet état varie avec le temps, à température constante.

» Supposons qu'on prenne le tube à la température ambiante de 20° environ, et qu'on le place sans l'agiter dans le bain, à une température θ voisine de 31°. Au bout d'une heure ou deux, la température étant établie, on constate que le niveau est fort loin de la position qui correspond à l'état final relatif à la température θ. La différence est d'un sens tel qu'elle indique que le liquide est plus dense et la vapeur moins dense que dans l'état final; cette différence de niveau atteint d'ordinaire plusieurs centimètres, et elle est encore appréciable plusieurs degrés au-dessous de la température critique.

---

(1) *Comptes rendus*, 7 novembre 1892.

» Les conditions restant les mêmes, le niveau se déplace avec le temps; cette marche n'est pas terminée au bout d'une semaine, et paraît devoir aboutir à l'état final relatif à la même température. Si l'on élève la température de manière à faire disparaître la surface du liquide, on a encore, comme précédemment, une zone de transition graduelle; mais ici le phénomène accuse une bien plus grande différence de densité entre les deux portions du fluide, et se produit du reste avec des tubes renfermant des quantités d'acide carbonique bien moins strictement limitées que dans l'état final. Ce sont là les conditions ordinaires des expériences de cours faites avec les tubes de Natterer.

» Il y a lieu d'examiner si ces différences entre l'état final et les états variables ne sont pas dues à la présence d'un peu d'air mélangé à l'acide carbonique.

» Je ferai remarquer en terminant que le niveau du liquide, dans l'état final et pour un tube déterminé, permet de définir un point de repère sur l'échelle des températures,. à un degré d'approximation qui n'est limité pratiquement que par les variations de température du bain, et qui atteint assez aisément le dix-millième de degré. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'absorption de l'hydrogène sélénié par le sélénium liquide à haute température.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. Troost.

« On sait que, si l'on chauffe dans un tube scellé, à une température supérieure à 250° et pendant un temps suffisamment long du sélénium et de l'hydrogène, ces deux corps se combinent partiellement en donnant de l'hydrogène sélénié.

» Si, après avoir chauffé dans ces conditions un tube fortement chargé de sélénium, on le laisse revenir à la température ordinaire en le maintenant immobile dans l'air ambiant, on observe pendant la durée très courte du refroidissement les phénomènes suivants :

» La surface libre du sélénium liquide ne tarde pas à devenir le siège d'un dégagement gazeux, le liquide semble entrer en ébullition; la température baissant, le dégagement gazeux devient de plus en plus pénible; finalement, quand le sélénium arrive à l'état pâteux, quelques bulles viennent encore crever à la surface, elles soulèvent la couche la plus extérieure déjà solidifiée, projetant ainsi un peu de sélénium au dehors.

» En un mot, le sélénium liquide, chauffé en présence d'un mélange d'hydrogène et d'acide sélénhydrique, roche par refroidissement. Cette propriété curieuse du sélénium avait été constatée par M. Ditte (¹).

» Une autre observation nous a permis d'aller plus loin et de faire voir que le gaz absorbé par le sélénium liquide chauffé dans l'hydrogène renferme de fortes proportions d'hydrogène sélénié.

» Après avoir brisé un morceau de sélénium préalablement chauffé dans l'hydrogène, nous avons comparé la cassure à celle du sélénium qui a été simplement fondu à l'air et refroidi rapidement. Tandis que cette dernière est parfaitement lisse et brillante, l'autre est rugueuse et, en l'examinant attentivement, on voit, même à l'œil nu, des cavités sphériques dont la surface interne est parfaitement brillante. Avec un microscope à faible grossissement, on voit un nombre considérable de ces petites cavités. Si celles-ci renferment un gaz, nous mettrons celui-ci en liberté en pulvérisant le sélénium. Si l'on fait cette opération, on perçoit très nettement l'odeur caractéristique de l'acide sélénhydrique. Du sélénium qui a été simplement fondu à l'air puis refroidi rapidement ne donne rien de semblable.

» Au lieu de pulvériser le sélénium à l'air libre, faisons cette opération sous l'eau; immédiatement ce liquide rougit, ce qui n'a pas lieu avec du sélénium qui n'a pas subi l'action de l'hydrogène. Dans le premier cas, l'hydrogène sélénié, mis en liberté par l'acte de la pulvérisation, a été retenu par l'eau et la solution, sous l'action de l'oxygène de l'air, a mis du sélénium en liberté, d'où la coloration rouge observée.

» Cette dernière expérience permet même de se faire une idée de la quantité de gaz hydrogène sélénié qu'une masse donnée de sélénium peut retenir, en se solidifiant après avoir été chauffée dans l'hydrogène. Il suffit en effet de doser la quantité de sélénium précipité par l'action de l'eau et de l'oxygène sur le sélénium pulvérisé. Nous avons fait cette expérience.

» Après avoir chauffé pendant huit heures à la température de 578° un tube renfermant 8^{gr} de sélénium pur, nous l'avons refroidi rapidement (trois minutes environ) sans l'agiter. Après avoir ouvert le tube sur le mercure pour analyser le mélange gazeux, nous avons pulvérisé le sélénium sous l'eau et filtré rapidement la solution. Celle-ci, abandonnée à l'air, a laissé déposer 7^{mgr} de sélénium, ce qui correspond à peu près à 2^{cc} d'acide sélénhydrique, dans les conditions normales de température et de pression.

(¹) DITTE, *Annales de l'École Normale supérieure*, 2e série, t. I, p. 304; 1872.

» Il faut remarquer que ce résultat ne doit pas être pris d'une manière absolue, car selon que l'on donnera telle ou telle forme au tube, selon qu'on lui imprimera tel ou tel mouvement pendant le refroidissement, on facilitera plus ou moins le départ des bulles gazeuses que pourrait retenir le sélénium en se solidifiant.

» Remarquons encore que l'analyse du mélange gazeux que renfermait le tube précédent a donné pour valeur du rapport de la pression de l'hydrogène sélénié à la pression totale (en centièmes)

$$\frac{p}{P} = 38,23.$$

» En tenant compte du volume d'hydrogène sélénié que renfermait le sélénium solide, on obtiendrait pour valeur du même rapport le nombre 59.

» D'autre part, après avoir chauffé dans les mêmes conditions, à une température un peu différente, 580°, un tube renfermant le même poids de sélénium et un volume sensiblement le même d'hydrogène, nous l'avons refroidi rapidement en l'agitant constamment, de manière à faciliter le dégagement du gaz absorbé. L'analyse a donné, dans ce cas, $\frac{p}{P} = 56$, nombre très peu différent du nombre 59 trouvé précédemment.

» Remarquons enfin que le nombre 38,23 donné par le tube qui n'a pas été agité diffère peu du nombre que donnerait un tube chauffé dans les mêmes conditions, mais renfermant très peu de sélénium. Un tube renfermant $0^{gr},5$ de sélénium a donné, après avoir été chauffé onze heures à 584°, le nombre 36,95 pour valeur de $\frac{p}{P}$.

» En résumé, on peut dire que le gaz absorbé par le sélénium liquide quand on le chauffe en présence d'un mélange d'hydrogène et d'acide sélénhydrique renferme de fortes proportions de ce dernier corps.

» Il est important de tenir compte de cette circonstance dans l'étude de l'influence de la température sur la formation de l'acide sélénhydrique. C'est cette étude que nous poursuivons en ce moment [1]. »

---

[1] Ce Travail a été fait aux laboratoires de Physique et de Chimie de la Faculté des Sciences de Lille.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'essai des oxydes de manganèse par l'eau oxygénée*. Note de M. **Adolphe Carnot**, présentée par M. Daubrée.

« On sait que l'eau oxygénée se décompose avec effervescence au contact du bioxyde de manganèse et qu'une petite quantité de cet oxyde suffit à détruire une quantité indéfinie d'eau oxygénée.

» Il n'en est pas de même, quand le bioxyde et l'eau oxygénée se trouvent en présence d'un acide, même très étendu ou faible, capable de se combiner avec le protoxyde de manganèse ([1]). Il se fait alors une décomposition simultanée des deux suroxydes et la quantité d'oxygène dégagé est exactement double de celle qui se trouvait en sus de MnO dans le peroxyde de manganèse.

» Cette réaction se produit facilement, même à froid, soit avec l'acide azotique ou l'acide sulfurique très étendu, soit avec l'acide acétique, tandis que seul, aucun de ces acides n'attaquerait le bioxyde de manganèse. Elle s'explique de la même manière que plusieurs autres décompositions simultanées et corrélatives, dont le mécanisme a été révélé par M. Berthelot.

» La transformation finale est exprimée, pour le bioxyde de manganèse, par la formule suivante :

$$MnO^2 + HO^2 + AzO^5, HO = MnO, AzO^5 + 2HO + O^2.$$

» Elle a lieu, de même, pour l'oxyde rouge calciné, Mn^3O^4 :

$$Mn^3O^4 + HO^2 + 3(AzO^5, HO) = 3(MnO, AzO^5) + 4HO + O^2.$$

» Elle se vérifie exactement aussi pour l'oxyde précipité par l'eau oxygénée et l'ammoniaque en excès renfermant, comme je l'ai montré ([2]), 5 équivalents d'oxygène disponible pour 6 équivalents de manganèse, Mn^6O^{11} :

$$Mn^6O^{11} + 5HO^2 + 6(AzO^5, HO) = 6(MnO, AzO^5) + 11HO + O^{10}.$$

» Après m'être assuré de la parfaite exactitude des relations qui viennent d'être indiquées, j'ai cherché à en déduire un procédé pratique pour

---

([1]) Phénomène déjà observé par M. Riche et par M. Gorgeu.

([2]) *Comptes rendus*, 17 et 24 décembre 1888.

la détermination de l'*oxygene disponible* dans les oxydes supérieurs des manganèses ou pour ce qu'on appelle souvent l'*essai commercial* des minerais de manganèse, en recueillant et mesurant sur l'eau le gaz dégagé.

» Le dispositif adopté est très simple.

» On fixe sur un support à pinces un petit ballon de 150^{cc} de capacité environ, portant un bouchon de caoutchouc percé de deux trous; dans l'un passe un tube droit muni d'un entonnoir ou d'une ampoule avec robinet de verre et dont la pointe doit descendre au fond du ballon; l'autre porte un tube de dégagement recourbé quatre fois, aboutissant au sommet d'une éprouvette graduée, de 300^{cc} de capacité, remplie d'eau et disposée sur la cuve à eau.

» On introduit dans le ballon 1^{gr} de l'oxyde de manganèse réduit en poudre fine, puis environ 30^{cc} d'eau et 20^{cc} d'acide azotique, qui décompose les carbonates, s'il s'en trouve dans le minerai. On laisse dégager entièrement l'acide carbonique, puis on place le bouchon, en laissant le robinet ouvert; on peut observer alors que, non seulement l'éprouvette graduée, mais aussi le tube de dégagement est rempli d'eau jusqu'au point où il sort de la cuve à eau.

» On ferme le robinet, on verse dans l'entonnoir un volume mesuré de 20^{cc} d'eau oxygénée à 10 volumes; puis on la fait écouler lentement dans le ballon, en ayant soin de refermer le robinet, au moment même où les dernières parties de l'eau oxygénée achèvent de passer.

» L'attaque se fait aussitôt, sans chauffer, et le dégagement de l'oxygène, d'abord très rapide, se termine dans l'espace de quelques minutes, si l'on a soin d'agiter le ballon de temps en temps. Il ne reste plus qu'à mesurer le volume de l'oxygène dégagé.

» Pour cela, il suffit de mesurer l'augmentation du volume gazeux total, en s'assurant que la température et la pression sont restées les mêmes qu'au début de l'expérience. On fait descendre l'éprouvette jusqu'à ce que l'eau soit exactement au même niveau au dedans et au dehors. On retire alors le tube de dégagement et l'on fait la lecture du volume gazeux, ramené de nouveau exactement à la pression atmosphérique.

» Pour savoir le volume total de l'oxygène dégagé ou l'accroissement du volume de gaz dans l'appareil, du commencement à la fin de l'expérience, il faut ajouter au volume qu'on vient de lire V le petit volume de gaz v, qui a rempli l'extrémité du tube de dégagement primitivement pleine d'eau, volume qui se mesure aisément avec de l'eau une fois pour toutes. Il faut, d'autre part, retrancher le volume v' de l'eau oxygénée qui

a été introduite dans le ballon et a déplacé un égal volume de gaz, soit 20^{cc}.

» L'accroissement total du volume gazeux V_t est ainsi mesuré à la température t et à la pression atmosphérique H, observée lors de l'expérience; le gaz est d'ailleurs saturé d'humidité, dont la tension h est connue d'après la température. Comme cet accroissement est dû à l'oxygène fourni, moitié par l'oxyde de manganèse, moitié par l'eau oxygénée, il n'en faudra prendre que la moitié pour calculer le poids du gaz cédé par 1^{gr} de minerai.

» Sachant que le poids de 1^{lit} d'oxygène sec, à $0°$ et 760^{mm}, est de $1^{gr},4298$, et connaissant le volume total V_t exprimé en centimètres cubes, on calculera en grammes le poids p d'oxygène disponible dans 1^{kg} de minerai de manganèse au moyen de la formule :

$$p = \frac{1}{2} V_t \times 1,4298 \times \frac{H - h}{760} \times \frac{1}{1 + 0,00367\,t}.$$

» Le calcul peut être remplacé par l'usage d'une table, dont voici un extrait, donnant, pour quelques exemples de température et de pression, le coefficient par lequel on devra multiplier le volume d'oxygène $\left(\frac{1}{2} V_t\right)$.

	Pression atmosphérique.		
Température.	755^{mm}.	760^{mm}.	765^{mm}.
10°	1,3536	1,3627	1,3717
15	1,3236	1,3325	1,3415
20	1,2925	1,3015	1,3105
25	1,2605	1,2691	1,2778

» La méthode qui vient d'être exposée a l'avantage de fournir, très simplement et en très peu de temps, des résultats d'une exactitude très satisfaisante pour les essais industriels. Pendant les quelques minutes de durée de l'expérience, on peut considérer la température, la pression atmosphérique et la tension de la vapeur d'eau comme invariables. La quantité de gaz qui peut se dissoudre pendant ce temps dans l'eau déjà aérée est d'ailleurs tout à fait négligeable; car, au bout de vingt-quatre heures, la perte observée n'a été que de $1^{cc},5$ sur un volume de 236^{cc}.

» Aussi peut-on compter que l'erreur est toujours au-dessous de $0^{gr},001$ sur 1^{gr} de minerai. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons organo-métalliques appartenant à la série aromatique*. Note de M. G. **Perrier**, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Communication ([1]) j'ai montré que le chlorure d'aluminium anhydre se combine avec certains corps aromatiques : acétones, acétones-phénols, éthers, phénols pour donner des composés organo-métalliques bien cristallisés.

» Je me propose de montrer que cette combinaison s'effectue également avec les chlorures d'acides.

» *Chlorure de benzoyle et chlorure d'aluminium.* — 10^{gr} de chlorure de benzoyle dissous dans 150^{cc} de sulfure de carbone ont été chauffés au réfrigérant ascendant avec 9^{gr} de chlorure d'aluminium *récemment préparé*. Après une ébullition de trois heures, on obtient, par refroidissement de la liqueur, une abondante cristallisation en grandes lamelles incolores. Ces cristaux bien égouttés sont très altérables à l'air, ils se dissocient en répandant l'odeur manifeste de chlorure de benzoyle, mais ils peuvent se redissoudre sans décomposition dans le sulfure de carbone. Si on les traite par l'eau, ils donnent un mélange de chlorure d'aluminium, d'acide chlorhydrique et d'acide benzoïque qui, analysé, conduit aux résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $(C^6H^5COCl)^2Al^2Cl^6$.
Aluminium	11,1	10,2
Chlore	50,3	51,9

» La différence qui existe entre les dosages d'aluminium, de chlore et les chiffres théoriques s'explique par la facilité avec laquelle le produit se dissocie.

» Ces cristaux répondent donc à la formule $(C^6H^5COCl)^2Al^2Cl^6$. D'après celle-ci 10^{gr} de chlorure de benzoyle exigent $9^{gr},5$ de chlorure d'aluminium; ce sont effectivement ces nombres qui nous ont donné les meilleurs rendements.

» *Action du composé organo-métallique obtenu avec le chlorure de benzoyle sur les hydrocarbures et les phénols.* — Les composés organo-métalliques signalés dans les Notes précédentes répondent à la formule générale

([1]) *Comptes rendus*, 15 mai 1893.

$(M)^2Al^2Cl^6$, M représentant 1 molécule d'acétone, d'acétone-phénol, d'éther, etc. Il y avait lieu d'espérer qu'en faisant réagir sur le nouveau composé $(C^6H^5COCl)^2Al^2Cl^6$ des hydrocarbures aromatiques, on obtiendrait les composés organo-métalliques formés par les acétones et le chlorure d'aluminium que M. Louïse et moi nous avons fait connaître.

» L'expérience est venue confirmer pleinement cette prévision et j'ai préparé ainsi très facilement les combinaisons du benzoyl-diphényle, du benzoyl-rétène, du benzoyl-naphtol, etc., avec le chlorure d'aluminium.

» 1° *Benzoyl-diphényle.* — Si l'on chauffe au réfrigérant ascendant un mélange de diphényle et de $(C^6H^5COCl)^2Al^2Cl^6$ dissous dans le sulfure de carbone, il se dégage de l'acide chlorhydrique et, après refroidissement, les parois du ballon sont tapissées de magnifiques aiguilles jaune de miel, identiques à celles que j'ai obtenues directement en chauffant le benzoyl-diphényle dissous dans le sulfure de carbone, avec le chlorure d'aluminium. Ces aiguilles, altérables à l'air, se décomposent par l'eau en donnant une solution de chlorure d'aluminium et un corps solide blanc fondant après cristallisation à 106°, identique au parabenzoyl-diphényle de Wolff (¹).

» Elles répondent à la formule $\left(\begin{array}{c} C^6H^5COC^6H^4 \\ | \\ C^6H^5 \end{array}\right)^2 Al^2Cl^6$.

» 2° *Benzoyl-rétène.* — Le rétène, chauffé dans les mêmes conditions, a donné des cristaux rouges d'un composé organo-métallique identique à celui qu'on obtient en préparant le benzoyl-rétène (²) par la méthode de MM. Friedel et Crafts, et qui répondent à la formule

$$(C^6H^5.COC^{18}H^{17})^2Al^2Cl^6.$$

» 3° *Benzoyl-naphtol* β. — Le naphtol β donne également avec

$$(C^6H^5COCl^2)^2Al^2Cl^6 \quad \text{le composé} \quad (C^6H^5COCl^0H^7)^2Al^2Cl^6$$

jaune d'or que j'ai signalé dans ma dernière Communiation (³).

» *Autres chlorures d'acide et chlorure d'aluminium.* — Le chlorure de phtalyle et, dans la série grasse, le chlorure de butyryle, dissous dans le sulfure de carbone, paraissent se comporter, en présence du chlorure

(¹) *Berichte*, t. XIV, p. 2031.
(²) Louïse et Perrier, *Comptes rendus*, 7 juin 1892.
(³) *Comptes rendus*, 15 mai 1893.

d'aluminium, comme le chlorure de benzoyle ; toutefois, je n'ai pas encore analysé les cristaux obtenus.

» De ces deux faits d'expérience : 1° combinaisons des chlorures d'acides et du chlorure d'aluminium donnant des composés de la formule générale $(RCOCl)^2Al^2Cl^6$; 2° formation de combinaisons organo-métalliques semblables avec élimination d'acide chlorhydrique par l'action d'un hydrocarbure ou d'un phénol sur le composé précédent, il semblerait résulter que, dans l'application de la méthode de MM. Friedel et Crafts, pour les synthèses d'acétones, le chlorure d'aluminium se combine tout d'abord avec le chlorure d'acide pour donner le composé $(RCOCl)^2Al^2Cl^6$ et que l'hydrocarbure aromatique ou le phénol réagit ensuite sur ce dernier.

» La réaction présenterait alors les deux phases suivantes :

1° $$2RCOCl + Al^2Cl^6 = (RCOCl)^2, Al^2Cl^6 ;$$

2° $$(RCOCl)^2Al^2Cl^6 + C^nH^{2n-6} = (RCOC^nH^{2n-7})^2, Al^2Cl^6 + 2HCl.$$

» Lorsque la combinaison de chlorure d'aluminium et d'acétone est relativement stable dans les conditions de l'expérience, il devient alors nécessaire d'ajouter beaucoup de chlorure d'aluminium. Lorsque, au contraire, cette combinaison est très peu stable, le chlorure d'aluminium se trouve dégagé et peut réagir de nouveau sur le chlorure d'acide : dans ce cas, une petite quantité de chlorure d'aluminium peut suffire pour la préparation de l'acétone.

» Ce qui précède me semble donner une explication nouvelle du mécanisme de la méthode de MM. Friedel et Crafts (¹). »

ZOOLOGIE. — *Sur les Coccidies des Oiseaux*. Note de M. **Alphonse Labbé** (²), présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les Coccidies que nous avons trouvées fréquemment dans l'intestin des Oiseaux, soit dans l'intestin grêle, soit dans les cœcums, appartiennent à deux groupes.

» On trouve fréquemment des *Coccidium*, très voisins du *Coccidium per-*

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Caen.

(²) Travail du laboratoire de Zoologie expérimentale de la Sorbonne.

forans Leuck. du Lapin, et qu'on peut classer sous le nom de *C. tenellum* Raillet : celle-ci ovalaire ou subsphérique, ayant de 24μ à 27μ de longueur sur 17μ à 20μ de largeur, est surtout commune chez le Poulet; deux autres formes se trouvent également chez le Poulet : l'une, à micropyle large et tronqué, répond à la description de *C. truncatum*, Raillet; l'autre absolument sphérique, ayant de 16μ à 24μ de diamètre, peut être désignée provisoirement sous le nom de *C. globosum*. Ces deux dernières formes ne sont vraisemblablement que des variétés de *C. tenellum* (¹).

» Chez les Passereaux, on trouve assez fréquemment une Coccidie *sphérique à deux sporoblastes égaux, renfermant chacun quatre sporozoïtes,* dont nous avons fait le genre *Diplospora :* les *Diplospora* sont intermédiaires entre les *Cyclospora* Schneider, et les *Isospora* Schn. et répondent probablement au *Psorospermium avium,* de Rivolta. La capsule des *Diplospora* renferme un contenu protoplasmique finement granuleux, très concentré au milieu de la capsule, et muni d'un gros noyau nucléolé. Le noyau devenu fusiforme et superficiel donne, par division indirecte, deux noyaux-filles, et le contenu capsulaire se divise, formant deux sporoblastes égaux, pyriformes ou fusiformes.

» Il n'y a pas de reliquat de segmentation comme dans *Coccidium perforans* et *Coccidium tenellum.*

» Chacun des noyaux-filles dans chaque sporoblaste se divise à son tour et il y a dans chaque sporoblaste quatre noyaux autour desquels s'organisent les sporozoïtes. Ceux-ci, au nombre de quatre dans chaque sporoblaste, sont emboîtés deux à deux, comme ceux de *C. oviforme.*

» Le développement est exogène et s'obtient dans la chambre humide, comme pour les *Coccidium;* il est plus ou moins long suivant les espèces. Tandis que chez le *Diplospora Lacazii* nov. sp. du Chardonneret, de l'Alouette, etc., les corpuscules falciformes se montrent dès le quatrième ou le cinquième jour, chez le *Diplospora Rivoltæ* nov. sp. du Pinson, de la

---

(¹) Je ne crois pas qu'il faille attribuer pour les coccidies perforantes une grande importance à la forme de la capsule. Le *C. oviforme* du Lapin, de même que le *C. perforans* ont toutes les formes capsulaires possibles. Nous avons trouvé chez les Chauves-souris une Coccidie intestinale (*C. viride* nov. sp.) qui prend les trois formes du *C. tenellum :* une forme ovalaire, une forme sphérique, une forme à micropyle tronqué. Il ne peut donc être question de différences spécifiques se basant sur ce seul caractère de la forme de la capsule.

Pie grièche, de la Mésange, etc., ils n'apparaissent guère avant une quinzaine de jours. La grandeur de la capsule ne varie guère pour une même espèce.

» Chez le *D. Lacazii*, elle est de 23μ à 25μ; chez *D. Rivoltæ*, de 16μ à 18μ seulement; l'épaisseur de la capsule chez cette dernière espèce est plus considérable et la résistance aux réactifs très forte.

» L'infection par les *Coccidium*, comme par les *Diplospora*, est absolument *chronique* et ne paraît pas indisposer beaucoup les Oiseaux qui en sont atteints. Les kystes évacués dans les fèces sont transportés au loin de diverses façons et reproduisent l'infection. Mais il peut se produire de véritables *poussées infectieuses aiguës* que l'on peut provoquer artificiellement en mélangeant aux aliments des kystes, développés au préalable (¹).

» Des Pinsons et des Chardonnerets infestés de cette façon meurent au bout de deux ou trois jours, l'intestin littéralement bourré de Coccidies à tous les stades de développement. La surface de la muqueuse est parsemée de taches blanchâtres qui ne sont que des amas de Coccidies intracellulaires. Le protoplasme de ces jeunes Coccidies, ordinairement finement granuleux (verdâtre ou jaune verdâtre, chez le Poulet) est rempli souvent de granulations, dont les unes, pseudo-nucléaires et superficielles, se colorent fortement par les réactifs nucléophiles, tandis que les autres, plus grosses, rondes, ont plusieurs des réactions des α-granules d'Erlich.

» Quelquefois une même cellule contient quatre ou cinq parasites, et j'ai pu observer dans plusieurs cas des divisions de noyaux, qui montrent que la jeune Coccidie peut se multiplier par division indirecte dans la cellule-hôte.

» Au début de l'infection artificielle, si l'on tue l'Oiseau, on peut constater que l'intestin renferme presque exclusivement des stades jeunes, très peu de Coccidies montrant la formation de la capsule.

» De même, il arrive de rencontrer des Oiseaux dont l'intestin renferme de nombreuses Coccidies adultes, dont beaucoup sont mortes ou en dégénérescence, et pas un seul stade intracellulaire.

» Il résulte de ces faits que, chez les Oiseaux, il existe à côté de l'*infection coccidienne chronique* une *infection coccidienne aiguë*, qui peut être mortelle pour l'Oiseau qui la subit. Dans certains cas, il est difficile

---

(¹) *Voir* à ce propos les intéressantes Communications de M. Raillet sur la coccidiose des Poulets (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1891).

d'expliquer les poussées infectieuses qui se produisent, par la simple absorption des kystes ou même par la division des jeunes stades intracellulaires.

» Existe-t-il un dimorphisme dans le développement, et une prolifération endogène de sporozoïtes? Existe-t-il à côté des kystes reproduisant l'infection chronique, des *Schwärmercysten*, comme nous l'avons déjà observé chez les Hémosporidies ([1]), et l'ingénieuse théorie de M. le Dr Pfeiffer se réalise-t-elle chez les Coccidies aviaires? Ce sont là des questions intéressantes que nous n'avons encore pu éclaircir. »

ZOOLOGIE. — *Sur le Plankton de l'océan Glacial.*
Note de M. G. **Pouchet**.

« Au cours du voyage accompli l'année dernière par la *Manche* sous les ordres du commandant Bienaimé, à Jan-Mayen et au Spitzberg, notre attention s'est portée spécialement sur le Plankton de surface. Nous n'avions pas à notre disposition les moyens nécessaires pour étudier le Plankton des eaux profondes.

» Le Plankton superficiel de la mer Glaciale est essentiellement végétal; quelques formes méritent une mention particulière; nous signalerons en premier lieu un Sphærozaire nouveau que nous avons rencontré à deux reprises par le 69e et le 76e degré de latitude nord : nous le désignerons sous le nom de *Collozoum groenlandicum* Pouchet.

» En différents points, la mer nous a permis de récolter *Tetraspora Poucheti* Hariot (voir *Société de Biologie,* 18 janvier 1892) avec la même abondance que nous avons déjà signalée (*Comptes rendus,* 11 janvier 1892), particulièrement autour de Jan-Mayen (26 et 28 juillet), au large de la pointe sud du Spitzberg (31 juillet), par 76° de latitude nord; et au retour (16 août) par la même latitude et 11° de longitude est environ (gros temps). Le nombre des *Tetraspora* couvrant la mer est tel que l'on compte à l'œil nu plus de trente colonies dans un demi-décimètre cube d'eau.

» Certaines diatomées se sont présentées à divers états de développement et avec des apparences qui semblent n'avoir pas été encore signalées, spécialement les *Chœtoceras,* dans les eaux de Jan-Mayen. Au contraire, le 16 août, au sud du Spitzberg, une pêche pratiquée vers le soir nous

---

([1]) V. Labbé, *Dimorphisme dans le développement des Hémosporidies* (*Comptes rendus* du 23 mai 1893).

présente un nombre extraordinaire, presque dominant dans le Plankton, de prolongements de *Chœtoceras boreale* Cleves, reconnaissables aux épines très fines, irrégulièrement distribuées, couchées contre le filament. Ces fragments sont tellement nombreux, qu'au premier abord on croirait à une pêche de *Rhizosolenia*.

» Le grand intérêt du Plankton recueilli dans les parages de Jan-Mayen a été de nous apporter la connaissance d'un mode de développement inattendu des chaînes de *Chœtoceras* et de *Thalassionema*. Nous avons en effet recueilli et nous conservons en préparation des masses muqueuses sphériques ou ovoïdes, mesurant de 85^{μ} à 145^{μ}, renfermant des chaînes de ces diatomées en formation. La détermination des espèces est le plus souvent impossible, les frustules n'étant pas suffisamment silicifiées; c'est seulement par exception qu'on reconnaît certaines formes, telles que *Thalassiosira Nordenskioldii* Cleves.

» A côté de la chaîne existent dans ces masses muqueuses des corps figurés de diverse nature, peut-être des résidus, tantôt sous forme de vésicule claire transparente et tantôt sous forme de corps granuleux.

» Que deviennent ces sphères muqueuses? Elles paraissent destinées à subir une sorte de déroulement en même temps que la chaîne avant la complète formation des frustules.

» Ce qui semble l'indiquer, c'est que l'on trouve la mer pleine des chaînes de *Chœtoceras* à frustules minces, n'ayant pas encore revêtu leurs caractères définitifs, occupant le centre d'un manchon ou cylindre muqueux dans lequel s'étendent les prolongements cornus des frustules. Ce serait plus tard seulement que le manchon muqueux disparaîtrait quand les prolongements ont pris toute leur extension et une rigidité suffisante. »

BOTANIQUE. — *La pseudo-fécondation chez les Urédinées et les phénomènes qui s'y rattachent*. Note de M. **Sappin-Trouffy**, présentée par M. Duchartre.

« L'existence d'une pseudo-fécondation s'effectuant dans les téleutospores des Urédinées a été démontrée, pour les principaux genres de la famille, dans une Note précédente ([1]).

([1]) P.-A. Dangeard et Sappin-Trouffy, *Une pseudo-fécondation chez les Urédinées Comptes rendus*, 6 février 1893).

» Il était intéressant de pouvoir indiquer avec détails les particularités qui précèdent, accompagnent et suivent cette pseudo-fécondation.

» Dans cette étude, qui a porté sur le *Gymnosporangium Sabinæ,* nous étudierons successivement :

» A. La naissance de la téleutospore; B. la fusion des noyaux; C. la germination de la téleutospore.

» A. Les téleutospores naissent sur une couche hyméniale qui diffère très sensiblement, par ses propriétés, du stroma mycélien sous-jacent; elle prend une coloration différente sous l'action des réactifs; ainsi, avec le bleu de méthyle, par exemple, elle présente une teinte verte ainsi que les noyaux, alors que les autres parties du mycélium se colorent en bleu; ses noyaux sont gros, nucléolés; le protoplasma, disposé en réseau irrégulier, y est abondamment pourvu de matières grasses; dans le reste du mycélium les noyaux, au nombre de deux par cellule, sont plus petits et nucléolés, ce que nous n'avions pas vu tout d'abord.

» Il est nécessaire de remarquer que *chaque cellule* hyméniale peut fournir deux ou trois téleutospores. On voit, à un certain moment, que cette cellule produit à sa surface une petite papille dans laquelle s'engage un noyau de la cellule mère. La papille s'allonge de plus en plus et en même temps divise son unique noyau, puis se sépare de la cellule mère à la base par une cloison; chacun des noyaux de la papille subit une nouvelle bipartition accompagnée d'une formation de cloison délimitant le pédicelle de la spore : spore et pédicelle ont donc chacun deux noyaux. Quelquefois la téleutospore reste à cet état : elle est unicellulaire; le plus souvent ses deux noyaux subissent une dernière bipartition pendant qu'une cloison médiane se forme au milieu. Toutes ces divisions se produisent suivant le mode indirect. La cellule unique ou les deux cellules de la téleutospore ont donc finalement deux noyaux; ce sont ces deux noyaux qui vont se fusionner pendant la pseudo-fécondation; les autres téleutospores de la cellule mère se forment d'une manière identique.

» B. Les noyaux de la téleutospore augmentent de volume; les nucléoles, si difficiles à apercevoir dans la période végétative, sont ici très développés et ont un contour très net; pour la fusion, les deux noyaux se placent très près l'un de l'autre; les deux nucléoles se fusionnent en un seul qui devient très gros, alors que les deux masses chromatiques rejoignent leur bord pour entourer ce nucléole unique. Après cette fusion, le nucléole tend à reprendre son volume primitif; la chromatine se dispose en réseau irrégulier et l'ensemble du noyau prend un aspect spongieux;

son contour est sphérique et il occupe généralement le centre de la cellule; le protoplasma qui l'environne est disposé en réseau plus fin.

» Les téleutospores, plongées dans une substance gélatineuse de couleur jaunâtre, ne tardent pas, lorsqu'elles sont humectées, à entrer en germination; au bout de douze heures, on en observe déjà un certain nombre à divers états. Nous allons indiquer comment les choses se passent.

» C. La téleutospore simple possède quatre pores; la téleutospore bicellulaire en a deux à chaque cellule. Lors de la germination, le protoplasma se gonflant proémine en papille à chacun des pores; mais, comme le noyau unique par pseudo-fécondation *ne se divise pas dans la téleutospore,* il n'y a qu'une papille par cellule qui peut se développer en promycélium. Quand une moitié du protoplasma de la cellule est passée dans le filament germinatif, le noyau s'y engage à son tour en s'étirant et se porte au milieu du filament.

» Il subit une première bipartition accompagnée de la formation d'une cloison médiane qui isole chacun des noyaux; ceux-ci se divisent à leur tour et se trouvent également séparés par une cloison; le promycélium est donc constitué par quatre cellules à un seul noyau. Chaque cellule du promycélium donne un petit tube grêle qui se renfle au sommet pour former une conidie; le noyau passe dans ce tube grêle en s'étirant très fortement et arrive au milieu de la conidie où il reprend sa forme normale. Ces conidies primaires, tombant dans le liquide, donnent des conidies secondaires; elles émettent un tube qui se renfle presque immédiatement; le noyau de la conidie primaire en s'y portant se divise, de telle sorte que la conidie secondaire possède deux noyaux comme les cellules ordinaires du mycélium. Nous sommes donc revenus à la structure de la partie végétative proprement dite [1]. »

BOTANIQUE. — *Sur deux cas de castration parasitaire observés chez* Knautia arvensis *Coulter*. Note de M. **Molliard**.

« J. Schröter a signalé, en 1874, la présence aux environs de Rastadt de nombreux pieds de *Dipsacus pilosus*, dont les inflorescences étaient attaquées par un *Peronospora;* il regarde ce parasite comme étant *Peronospora*

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Botanique de la Faculté de Poitiers, sous la direction de M. Dangeard.

violacea Berkeley décrit en Angleterre par Berkeley, en Allemagne par Cohn et observé dans ces deux pays sur les pétales d'une autre Dipsacée, *Knautia arvensis*. Il ne fait qu'une seule espèce de ces *Peronospora*, malgré une différence de taille dans les conidies et malgré la rareté des appareils conidiens observés chez *Knautia arvensis* alors qu'ils étaient très communs chez *Dipsacus pilosus*.

» J'ai trouvé le 28 mai dernier, à Presles (Seine-et-Oise), un champ où abondait *Knautia arvensis* et où un cinquième environ des pieds étaient attaqués par *Peronospora violacea*. C'est la première fois que cette espèce est signalée en France. Sur ces exemplaires les appareils conidiens étaient très nombreux, ce qui supprime une raison de faire du *Peronospora* de *Dipsacus* une espèce différente de *Peronospora violacea;* la différence de taille des conidies persiste d'ailleurs entre le *Peronospora* de Schröter (34μ en moyenne) et celui que j'ai observé (28μ). Mais il existe une nouvelle raison de les identifier, c'est qu'ils agissent de la même manière sur leurs hôtes. Les appareils conidiens se dressent chez les deux plantes sur les pétales, les filets, les styles, jamais sur les parties vertes. Les étamines sont stériles dans les deux cas et souvent sur les pétales desséchés et, restant adhérents aux inflorescences, se développent chez l'une et chez l'autre plante des *Cladosporium*.

» Mais ce qui m'a le plus frappé dans les échantillons attaqués et qui n'a été signalé ni pour *Dipsacus pilosus*, ni pour *Knautia arvensis*, c'est la transformation remarquable des inflorescences. De loin, il y a entre une inflorescence d'un pied attaqué (car toutes les inflorescences d'un pied sont attaquées à la fois) et celle d'un pied sain la même différence qu'entre une Composée radiée simple et une double, c'est-à-dire une Radiée où toutes les fleurs tubuleuses sont transformées en fleurs ligulées. Si l'on examine de près une de ces inflorescences attaquées, on voit, en effet, que toutes les fleurs tubuleuses centrales à pétales courts d'une inflorescence saine sont transformées en fleurs analogues aux fleurs périphériques, c'est-à-dire en fleurs asymétriques à corolle longuement lobée. Les lobes de toutes ces corolles transformées sont colorés comme ceux des fleurs périphériques, en lilas foncé, et non en lilas rosé pâle comme les fleurs tubuleuses saines, de sorte que les inflorescences attaquées, déjà reconnaissables à leur forme plus bombée, se laissent facilement distinguer par leur coloration plus intense. Les étamines, au lieu d'être saillantes hors du tube de la corolle, sont très courtes, les anthères étant bien au-dessous de l'ouverture de ce tube. Comme pour *Dipsacus*, elles n'offrent pas de pollen à

leur intérieur. Le style est aussi long que dans les fleurs saines, mais les ovaires sont très réduits et stériles. Ce que je tenais à signaler est le développement considérable des corolles sous l'influence de l'excitation parasitaire, alors que les organes sexuels eux-mêmes sont complètement atrophiés. D'ailleurs, entre le type sain et le type parasité que je viens de décrire sommairement, j'ai trouvé un grand nombre d'intermédiaires, du moins en ce qui concerne l'état d'atrophie des organes sexuels, car les corolles sont toujours bien agrandies. Quelquefois, par exemple, sur les quatre étamines, trois ont leurs filets très réduits, leurs anthères sans pollen, la quatrième a un filet de longueur normale, des anthères contenant des grains de pollen qui semblent constitués normalement.

» Le parasite agit évidemment d'une manière différente sur ces organes suivant leur état de développement au moment où il pénètre en eux. Dans certains échantillons j'ai observé des étamines parasitées à long filet, mais dont les anthères ont subi un commencement de pétalodie. John Hogg, en 1849, a signalé des échantillons de *Knautia* à inflorescences doubles chez lesquelles les étamines étaient d'ailleurs bien développées; Gœbel d'autre part signale dans *Knautia arvensis* des étamines pétaloïdes. Il est intéressant de rencontrer dans nos échantillons ces deux modifications, mais ici nettement reliées à une cause parasitaire.

» Dans le même champ, $\frac{1}{6}$ environ des pieds de *Knautia* avaient leurs inflorescences infestées par *Ustilago Scabiosæ Sowerby*, parasite commun de cette plante. Ici encore nous rencontrons un développement anormal des corolles centrales, mais beaucoup moins considérable que dans le cas précédent. Les anthères gorgées de spores sont naturellement stériles; les carpelles sont souvent atrophiés aussi; mais dans certains cas, et c'est ce que je tiens à signaler, j'ai trouvé sur le disque de l'inflorescence défleurie au milieu d'ovaires de taille normale certains ovaires à dimensions deux ou trois fois plus considérables. Nous rencontrons ici un cas d'excitation des organes femelles analogue à ceux qu'on a déjà signalés, par exemple chez *Carex præcox, Lychnis dioïca, Liparis,* sous l'influence d'Ustilaginées ou de larves d'insectes. »

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains sédimentaires de la Serbie.* Note de M. **J.-M. Zujovic**, présentée par M. Fouqué.

« Les recherches géologiques que j'ai effectuées en Serbie m'ont permis de dresser une Carte géologique de ce pays, d'en classer les terrains tant

sédimentaires qu'éruptifs et d'ébaucher les principaux traits de la tectonique de ses montagnes. Un coup d'œil sur la Carte en question montre que la Serbie est partagée, au point de vue géologique, en quatre régions. Son milieu est occupé par la terminaison du massif cristallin de la péninsule balkanique que les géologues autrichiens ont appelée *continent oriental*. A l'est se présentent les plissements qui ferment l'arc carpatho-balkanique. A l'ouest sont les parties avancées des Alpes dinariques et au nord la zone du néogène faisant partie du pourtour du bassin panonique. La géologie de la Serbie se résume donc naturellement dans la composition géologique des divers systèmes orographiques qui s'y rencontrent. Par conséquent, notre Carte devrait s'accorder parfaitement avec les Cartes géologiques des provinces avoisinantes. Cependant on y constate certains désaccords qui proviennent de causes différentes. Les petits écarts que l'on voit des deux côtés du défilé du Danube proviennent de phénomènes d'érosion, de petites dislocations et de ce fait que le Danube a parfois creusé son lit suivant la limite des formations et la direction des couches, au lieu de les couper transversalement.

» Du côté de la Bosnie, la principale différence est causée par une grande dislocation, utilisée depuis Zvornik par le courant de la Drina, qui laisse à la Serbie un promontoire de calcaire mésozoïque, tandis que la partie affaissée de la rive gauche est occupée par la zone du flysch et du néogène. Le désaccord, en apparence le plus étendu, se trouve sur la frontière est de la Serbie, sur la crête du Balkan occidental; mais celui-ci n'est nullement dans la nature du terrain et provient de ce que l'habile observateur qui a dressé la Carte géologique du Balkan (¹) n'a pas eu, malheureusement, assez de temps à consacrer à cette partie extrême de la chaîne, étudiée par lui partout ailleurs avec tant de perspicacité et de succès.

» Les terrains sédimentaires de la Serbie que nous avons jusqu'à présent reconnus et classés se groupent dans la série suivante :

» I. 1. Le terrain primitif, composé de gneiss commun, de gneiss à amphibole, de micaschistes, de leptynites, d'amphibolites, d'amas et de filons de granite, de diorite et de gabbros, forme le massif de la Serbie méridionale et les noyaux de quelques montagnes plissées.

» 2. Les schistes précambriens : talcschistes, chloritoschistes, phyllades et marbres accompagnent généralement les roches précédentes.

» II. Aux environs d'Uzice, etc., on observe des schistes luisants et argileux, des

(¹) Toula Franz, *Geologische Uebersichtskarte des westlichen Balkan.*

quartzites et des grès, sans fossiles, mais dans une telle position géologique qu'il est permis de les considérer comme représentant un système paléozoïque antérieur au carbonifère.

» III. Le terrain *houiller*, avec des lits de charbon et une flore caractérisée par *Pecopteris Grandini, P. gigas, P. arborescens, Dictyopteris Brongnarti, Annularia sphenophylloïdes, Diplothmema Pluckeneti*, etc., est développé entre Morava et Pek. Certains calcaires à crinoïdes de la Serbie occidentale appartiennent peut-être au terrain carbonifère marin.

» IV. 1. Le *permien* est représenté par des brèches et des conglomérats équivalents de ceux du Verrucano. Affleurements : Kursumliia, Kutina, Darkovac, etc.

» 2. Le grès rouge avec bancs de conglomérats occupe de grandes étendues, surtout dans la Serbie orientale ; il forme un système spécial qu'on a appelé *permo-triasique*, car on n'est pas bien sûr que toutes ces assises appartiennent à l'étage vosgien.

» V. 1. L'étage *werfenien* est composé de grès et schistes argileux, bigarrés, avec *Myophoria costata, Myacites, Gervillia*. Principal gisement : Podgorina.

» 2. Le *franconien* est constitué par les calcaires à *Retzia trigonella, Naticella, Anoplophora, Gervillia, Lima striata, Myophoria costata*, etc. Principal gisement : Visok.

» 3. Des calcaires dolomitiques à *Megalodons*, de Zlatibor, terminent les dépôts de la mer triasique en Serbie.

» VI. 1. Le *rhétien* est à peine indiqué à Mokra Gora et Zaovina par les lumachelles à gastéropodes et à bivalves.

» 2. L'*hettangien* est remarquable par ses lits de charbon à Vrska Cuka et par ses fossiles saumâtres : *Cardium Phillipianum, Cerithium gratum*, etc. (étudiés récemment par M. S. Radovanovic).

» 3. Le lias inférieur fossilifère est représenté par les *couches de Gresten*, à *Ter. Grestenensis*, etc. Exemples : Rgotina, Dobra.

» 4. Au-dessus vient un niveau inférieur du lias moyen à *Wald. numismalis* et un niveau supérieur à *Gryphea cymbium, Belem. paxilosus*, etc. Exemples : Rgotina, Dobra, Basara, etc.

» 5. Le lias supérieur a été constaté par M. F. Toula, à Basara; il est caractérisé par *Harpoceras bifrons, H. boreale, P. equivalvis*, etc.

» 6. Les représentants du *bajocien* n'ont pu être reconnus que dans certains grès de Vrska, Cuka et de Basara, qui contiennent *Bel. giganteus, Bel. canaliculatus*.

» 7. Il faut attribuer au *bathonien* les faunes de Crnajka et de Greben, riches en ammonites : *Phylloceras mediterraneum, Ph. disputabile, Ph. flabellatum, Perisphinctes procerus, P. aurigerus*, etc.

» 8. La faune *callovienne*, avec *Stephanoceras macrocephalum, Per. patina, Per. Bakeriæ*, etc., a laissé ses restes dans une petite couche rouge de Greben et dans une des couches arénacées de Vrska Cuka.

» 9. Le jurassique supérieur est représenté surtout dans le défilé du Danube par un ensemble de couches *tithoniques* avec les fossiles suivants : *Aptychus latus, A. obliquus, Per. contiguus, Per. geron, Lytoceras quadrisulcatum, Phylloceras ptychoicum*, etc.

» VII. 1. Le terrain infracrétacé débute à Greben par le calcaire *hauterivien* à *Crioceras* et *Lytoceras*.

» 2. Il se continue par les calcaires marneux et marnes feuilletées, contenant les formes *barémiennes* de *Silésites, Lytoceras, Hamulina* et *Scaphites*.

» 3. Des calcaires à caprotines de l'étage *urgonien* sont excessivement répandus sur tous les territoires crétacés de la Serbie orientale et centrale.

» 4. Les marnes et argiles marneuses à orbitolines et coraux, à *Trigonia carinata, Sphæra corrugata, Ptychomya neocomiensis, Plicatula placunea*, etc., constituent l'étage *aptien*, qui est également un des plus répandus du terrain crétacé.

» 5. L'étage *albien* est facilement reconnaissable, dans les environs de Belgrade, par son facies ferrugineux et par sa faune : *Haploceras mammillatus, H. Milletianus, H. tardefurcatus, Phylloceras Velledæ, Inoceramus Salomoni, In. concentricus*, etc.

» 6. Le *cénomanien* est représenté dans les bancs des grès de Kniazevac, qui contiennent *Nautilus elegans, Ammon. Mantelli, Inoc. cuneiformis*, etc.

» 7. C'est au *turonien* qu'on rapporte le plus probablement les couches à inocérames de Majdanpek et de Struganik, et les calcaires à *Hippurites organisans* et *H. cornuvaccinum* d'Uzice.

» 8. Le *sénonien* est développé avec le facies de Gosau et caractérisé par des sphærulites, radiolites, actéonelles, nérinées, ainsi que par des lignites et fossiles lacustres. Exemples : Vina, Kozeli, Mrtvica, Burma, Stave, etc.

» 9. Sur divers points de la Serbie, on trouve du *flysch*, formé pendant la période crétacée et éocène.

» VIII. 1. Le néogène débute par des argiles et marnes schisteuses, souvent bitumineuses et lignitifères, avec poissons : *Leuciscus, Gobius*. On peut considérer ces couches comme appartenant à l'étage *aquitanien*.

» 2. L'étage *méditerranéen* est développé sous formes de Tegel et de Leithakalk.

» Puis viennent :

» 3. L'étage *sarmatique;*

» 4. L'étage *prépontique;*

» 5. L'étage *pontique*.

» Tous ces étages possèdent les caractères bien connus des formations correspondantes dans le bassin panonique. Les faunes pontiques seules contiennent un nombre considérable de mollusques particuliers à la Serbie. L'équivalent de l'étage *méotique* a été dernièrement retrouvé en Serbie par MM. P. Pavlovic et S. Radovanovic.

» 6. L'étage *lévantique* à hydrobies, paludines et unionides, se rencontre à Zvezdan et Topolovnik.

» IX. La période *quaternaire* a laissé quelques dépôts lacustres et fluviatiles, le loess à *Elephas primigenius* et *E. antiquus*, des dépôts de cavernes à *Ursus spelæus*, des sables mobiles, etc.

» X. Alluvions récentes. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les eclogites du mont Blanc*. Note de MM. **L. Duparc** et **L. Mrazec**, présentée par M. Fouqué.

« Le manteau cristallin de la protogine du mont Blanc comporte plusieurs traînées d'amphibolites, qui présentent certaines modifications intéressantes dues aux injections des roches acides du massif ainsi qu'au métamorphisme. On peut y distinguer une série complète comprenant des schistes exclusivement amphiboliques (actinote ou hornblende), des amphibolites feldspathiques, des pseudosyénites souvent quartzifères, et localement des intercalations de serpentines et d'éclogites. Ces dernières, objet du présent travail, ont été signalées par Favre dans les éboulis de l'arête rocheuse qui borde la rive gauche du glacier de Trient. Un autre gisement a été découvert par M. A. Brun à la base de l'aiguille du Greppon.

» Ces deux éclogites, bien qu'identiques à l'œil nu, diffèrent cependant considérablement sous le microscope.

» *Éclogites de Trient*. — Les éléments constituants en sont : illménite, sphène, rutile, hornblende, diopside, grenat, oligoclase, orthose, quartz.

» Le *fer titané* en grains nombreux, irréguliers et opaques, est quelquefois frangé de rutile. Le *sphène*, plutôt rare, en petits cristaux parfaitement transparents et incolores, est localisé principalement dans l'amphibole. Le *rutile*, en beaux cristaux allongés, mesurant jusqu'à $0^{mm},32$, montre un léger polychroïsme (ng brun jaunâtre, np jaune). Les sections basales présentent une croix noire à un axe + qui se disloque légèrement. La *hornblende*, fort belle, de grande taille, est excessivement polychroïque avec ng brun verdâtre foncé, nm brun pâle, np jaune pâle. Sur $g^1(010)$ les extinctions se font à 22°. La biréfringence $ng - np = 0,023$ (au comparateur). Le *grenat*, en grandes plages craquelées et parfaitement isotropes, est légèrement rosé en lumière naturelle. L'*oligoclase*, rare, se présente en petits grains très frais mâclés selon la loi de l'albite; il est accompagné d'un peu d'orthose. Le *quartz* montre dans la roche quelques cristaux granitoïdes à extinctions onduleuses; il est riche en fort belles inclusions liquides alignées en files. Sous forme granulitique, il est disséminé partout. Le *pyroxène*, qui est peut-être un diopside chromifère, est très abondant. Il forme avec le quartz de superbes micropegmatites, dont les individus ont la même orientation optique. Ces micropegmatites offrent les dimensions les plus variées; certaines plages ne se résolvent qu'aux forts grossissements. Ce pyroxène est légèrement verdâtre, non polychroïque; nous y avons mesuré des extinctions de 43° sur g^1 et une biréfringence $ng - np = 0,028$.

» Ces éclogites paraissent correspondre à certaines variétés du lac Cornu, étudiées par M. Michel-Lévy. Cette analogie confirmerait l'exi-

stence d'un synclinal cristallin entre les Aiguilles-Rouges et le mont Blanc.

II. *Eclogites de l'Aiguille du Greppon.* — L'échantillon que nous avons étudié nous a été obligeamment remis par M. A. Brun. L'éclogite du Greppon est une roche essentiellement amphibolique qui, par quelques-uns de ses caractères, rappelle le type de Kerever-en-Plouvenez, décrit par M. Lacroix [1].

» Le *sphène,* très abondant, s'y présente sous des formes variées, à savoir : 1° en grains isolés ou agrégés formant de petits amas libres ou groupés autour d'un fer titané; 2° en couronnes très régulières, d'aspect fibrillaire, entourant avec une grande régularité un grain d'illménite. Quelquefois même ces couronnes sont moulées par une seconde auréole de sphène granuleux. Le *rutile* est très rare; il manque dans nos coupes. Dans celles qu'a bien voulu nous transmettre M. A. Brun, on en voit quelques rares grains enveloppés de fer titané, qui présente un joli polychroïsme dans les tons violacés.

» L'*amphibole,* l'élément le plus répandu, s'associe intimement à une masse feldspathique fortement décomposée et chargée de zoïsite. Cette amphibole montre des agrégats dentelliformes curieux. Elle est peu colorée, s'éteint à 20° sur g^1; son polychroïsme faible reste distinct (*ng* vert grisâtre, *np* jaune pâle); la biréfringence $ng - np$, particulièrement faible, ne dépasse pas 0,020, ce qui s'explique probablement par une altération.

» La *matière feldspathique* qui accompagne cette amphibole est chargée de jolies aiguilles de zoïsite, mesurant 2^{mm}, et disposées en agrégats bacillaires légèrement divergents. Le *grenat* est très abondant et constitue des plages à contour irrégulier, généralement allongées. Il accuse d'énergiques actions dynamiques; les cristaux étirés sont divisés en tronçons parallèles; cet étirement est si fort qu'il entraîne quelquefois un éparpillement des fragments dans la masse. Chaque cristal de grenat est enveloppé d'une large zone, peu biréfringente, riche en zoïsite.

» Dans le grenat, on trouve un peu de quartz secondaire, puis quelques grains d'illménite avec leurs auréoles de sphène.

» Nous avons analysé ces éclogites. Leur composition chimique est la suivante :

	Éclogite	
	de Trient.	du Greppon.
SiO^2	48,75	47,25
Al^2O^3	14,32	16,26
[2] Fe^2O^3	18,31	18,92

[1] Lacroix, *Bulletin de la Société des Sciences naturelles de l'ouest de la France*, p. 90; 1691.

[2] L'oxyde ferreux n'a pas été séparé.

	Éclogite de Trient.	Éclogite du Greppon.
CaO	10,55	9,67
MgO	7,37	6,67
K^2O	0,48	0,49
Na^2O	1,31	3,16

» Traces de TiO^2, Ca^2O^3, P^2O^5. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur l'emploi des feuilles de la vigne pour l'alimentation du bétail.* Note de M. A. **Müntz**, présentée par M. Dehérain.

« Après la vendange, les feuilles de la vigne restent vertes jusqu'à ce que les premiers froids de l'arrière-saison les fassent tomber. Avant leur chute, elles sont comestibles, et les animaux domestiques les acceptent facilement. Une fois flétries ou tombées sur le sol, elles ne peuvent plus servir à l'alimentation. En parcourant les vignobles de la France et particulièrement celui du Midi, qui occupe plusieurs départements, on est frappé de l'énorme quantité de matière fourragère qu'on pourrait obtenir par l'emploi des feuilles de la vigne. Dans une période de disette de fourrages, comme celle que nous traversons actuellement, un intérêt particulier s'attache à étudier les ressources que fournirait leur utilisation.

» L'alimentation par les feuilles de vigne est en usage depuis longtemps, mais sur une échelle très restreinte. On voit souvent dans le Midi des troupeaux de moutons, conduits dans les vignobles aussitôt après la vendange, brouter les feuilles sans pour ainsi dire en laisser aucune; mais cette pratique est exceptionnelle, la plupart des vignerons la regardant comme préjudiciable à la vigne. D'après mes observations, l'enlèvement des feuilles après la vendange peut avoir quelques inconvénients dans les régions du Centre et de l'Est, où l'aoûtage des bois se fait quelquefois tardivement. Il n'en est de même dans le Sud-Ouest que pour les pieds dont les sarments ne sont pas entièrement lignifiés. Dans le Midi, les bois sont mûrs de bonne heure; des études suivies depuis plusieurs années sur de grands vignobles, dont les feuilles sont consommées intégralement par les moutons, me permettent d'affirmer que les vignes ainsi dépouillées se montrent aussi vigoureuses et aussi productives que celles dans lesquelles on laisse les feuilles tomber naturellement.

» D'ailleurs, si la vigne n'est pas privée de ses feuilles pour l'utilisation

comme fourrage, elle l'est par l'effet des gelées d'automne, mais avec cette différence que, dans le premier cas, on en tire un parti avantageux.

» Les feuilles restent couvertes de composés cuivriques, dont on pourrait craindre des effets d'intoxication. Les observations de M. Degrully, de M. Viala, ainsi que les miennes faites sur des bœufs, la pratique de l'alimentation exclusive de troupeaux de moutons à l'aide de ces feuilles, permettent d'affirmer qu'aucun inconvénient ne se produit.

» Si j'ai pu observer souvent l'utilisation de ces feuilles pour la nourriture du mouton, je ne les ai jamais vu appliquer à celles des animaux de trait qui existent dans toutes les exploitations viticoles, et auxquels on pourrait les faire consommer après les avoir cueillies. Cette cueillette n'entraîne que peu de frais de main-d'œuvre. En prenant successivement les sarments par la base, des deux mains, et en tirant à soi, on a dépouillé le cep en un instant.

» Les feuilles peuvent être consommées à l'état vert ou fanées, ou encore mises en tas ou ensilées. Sous ces diverses formes, tous les animaux les mangent volontiers.

» Les feuilles sont riches en principes nutritifs; elles contiennent, en moyenne, pour 100 :

	Matières				
Feuilles.	azotées.	grasses.	extractives.	Cellulose.	Eau.
A l'état frais...	3,8	2,3	18,5	3,0	67,0
Après fanage..	11,0	5,5	51,0	8,5	15,0

» Elles ont donc une composition à peu près identique à celle des luzernes de bonne qualité, qu'elles peuvent remplacer à poids égal dans la ration.

» Quant aux quantités de fourrage qu'elles peuvent donner après la vendange, elles sont énormes et dignes d'attirer l'attention. J'ai déterminé cette quantité pour quelques-uns des grands vignobles du Midi, du Sud-Ouest et de la Champagne. Voici les résultats obtenus après la vendange pour une surface d'un hectare :

	Feuilles	
	fraîches.	fanées.
	kg kg	kg kg
Vignes du Midi (plaines).........	5000 à 9500	2000 à 3800
» (coteaux)........	2500 à 5500	1000 à 2200
Vignes du Roussillon (plaines)....	3200 à 4200	1280 à 1680
» (coteaux)...	3500 à 4000	1400 à 1600
Vignes du Sud-Ouest (Gironde)...	4700	1880
Vignes de la Champagne (Marne).	3000 à 5200	1200 à 2080

» En exprimant ces quantités en équivalent de foin, d'après leur teneur en matières azotées, nous trouvons que l'hectare de vignes peut donner un poids de feuilles représentant :

» Pour le Midi : de 2100^{kg} à 3600^{kg} de foin de prairie naturelle.

» Pour le Sud-Ouest : 2900^{kg} de foin de prairie naturelle.

» Pour la Champagne : de 1500^{kg} à 2500^{kg} de foin de prairie naturelle.

» Il est inutile d'insister sur ces chiffres, obtenus dans des vignobles placés dans des conditions normales; ils montrent que la vigne, après la vendange, peut donner par ses feuilles un fourrage équivalent à une coupe de foin d'une même surface de prairie à rendement moyen. La sécheresse, d'ailleurs, a bien moins d'effet sur la production des feuilles de la vigne que sur celle de l'herbe.

» Il convient, en outre, d'envisager sous un autre point de vue l'alimentation par ces feuilles. Lorsque celles-ci tombent naturellement sur le sol, elles sont en grande partie enlevées par les vents; les principes fertilisants qu'elles renferment se trouvent ainsi perdus, tandis que, consommées sur place par les moutons, ou à l'étable par les animaux de trait, leurs principes fertilisants restent dans le domaine sous forme de fumier.

» On ne saurait, surtout dans les circonstances actuelles, trop attirer l'attention des vignerons sur le parti qu'ils peuvent tirer des feuilles de la vigne pour l'alimentation de leurs animaux. Dans le Midi l'enlèvement des feuilles peut se faire après la vendange, sans aucune inquiétude pour l'état futur de la vigne; dans le Sud-Ouest, dans le Centre et dans l'Est, il faut agir avec quelques précautions, en se guidant sur l'état de maturation des sarments et récolter les feuilles plus tard. Mais laisser perdre, dans une année où les fourrages sont rares, un aliment aussi substantiel que les feuilles de la vigne, dont la production peut s'évaluer, pour la surface de 2000000 d'hectares que comprend le vignoble français, à plus de quarante millions de quintaux métriques de foin, constituerait une erreur économique contre laquelle on ne saurait trop réagir. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les effets de l'inoculation aux animaux de cancer humain ou de produits cancéreux. Résultat positif dans un cas.* Note de M. **Mayet**, présentée par M. Bouchard.

« Des expériences qui suivent, une seule a donné un résultat absolument positif. Ce fait, quoique isolé, me paraît démontrer la possibilité de provo-

quer chez le rat blanc des néoplasmes cancéreux par l'introduction dans l'organisme de cet animal de substances tirées d'un cancer encéphaloïde de l'homme.

» Quelques-uns des autres faits tendent à démontrer qu'il peut se développer d'autres fois seulement un état cachectique tardif, sans lésions microscopiquement appréciables, sous la même influence.

» *Première série.* — Une tumeur du sein enlevée par M. le professeur Poncet, avec toutes les précautions d'asepticité voulues, est divisée en très petits fragments.

» Quoique l'examen microscopique n'ait pas été fait, on ne peut se méprendre sur la nature cancéreuse du tissu.

» Les fragments sont plongés dans trois fois leur poids de glycérine pure. On agite fréquemment et triture, et, après demi-heure, on ajoute six fois le poids du néoplasme d'eau distillée bouillie et refroidie à la température extérieure (+ 22°). Après une nouvelle demi-heure de macération et d'agitation, on filtre sur un double papier et conserve dans un lieu frais ce liquide préparé suivant la méthode préconisée par d'Arsonval, pour les sucs organiques (moins la filtration sous pression d'acide carbonique).

» Le 15 juin 1892, on injecte dans le tissu cellulaire, profondément sous la peau du dos, de trois rats blancs bien portants, préalablement anesthésiés (ce qui est le meilleur moyen de les immobiliser et d'éviter les morsures), 1^{cc} de ce liquide étendu de son volume d'eau distillée bouillie.

» Le 17, 21, 25, 30 juin, les mêmes animaux reçoivent, de même, 1^{cc} de ce même liquide pur. Le 6 et 7 juillet, ils en reçoivent 2^{cc}.

» Après ces sept injections successives, on les laisse en repos.

» Dans aucun cas, il n'y eut d'accident local ni général immédiat. Le liquide formait sous la peau une saillie qui avait complètement disparu en une heure ou deux. Les animaux, dès qu'ils étaient remis du malaise léger produit par l'éthérisation, mangeaient et reprenaient toutes leurs fonctions.

» Pendant plusieurs mois leur santé a paru parfaite.

» Le 20 mars 1893, par conséquent neuf mois après la dernière injection, un de ces rats mange moins et dépérit pendant quelques jours, puis meurt subitement, quoique peu affaibli et amaigri. Son autopsie fut faite avec soin. Aucune lésion des organes, ni de l'encéphale, tous examinés, ne fut constatée à l'œil nu. On ne fit pas l'examen microscopique des tissus.

» Vers la fin d'avril, un second de ces rats, resté très vigoureux jusqu'alors, se met aussi à dépérir un peu, à moins manger et à rester immobile.

» Le 27 mai il a une épistaxis. Le 28 on le trouve mort.

» L'autopsie permet de constater les lésions suivantes :

» 1° Dans le rein droit existent deux îlots de dégénérescence, évidemment cancéreuse, voisins l'un de l'autre, mais séparés par du tissu sain occupant le voisinage de la partie inférieure du bord convexe, très bien limités, à tissu d'un blanc légèrement grisâtre uniforme, d'une consistance moyenne ressemblant absolument à du tissu encéphaloïde. Le volume est égal pour chaque néoplasme à celui d'un gros pois. Le tissu

du rein est absolument sain autour (à l'œil nu). Sa couleur rougeâtre et sa consistance plus ferme tranchent absolument avec celles des néoplasmes.

» 2° Dans le rein gauche existe une portion de tissu altéré, représentée sur la coupe par une tache blanchâtre marbrée de points rouges, de 3^{mm} de diamètre, qui est probablement le même tissu morbide que dans le droit, en voie de développement.

» 3° Au niveau du bord du lobe le plus externe du foie existe une tumeur prise d'abord pour un néoplasme de même nature que celui du rein, mais qu'un examen attentif a démontré développée autour d'un parasite (cysticerque probablement) ct de structure anatomique différente.

» 4° Dans le mésentère sont plusieurs ganglions gros comme des grains de mil.

» 5° Tous les autres organes (poumon, estomac, intestin, cerveau) sont sains à l'œil nu.

» Un premier examen microscopique du tissu dégénéré du rein a été fait après durcissement rapide dans l'alcool absolu. Il a fait penser à M. Vialleton, chef des travaux d'histologie, qu'il s'agissait d'un néoplasme formé d'éléments embryonnaires sphériques de volume uniforme.

» Le surlendemain des préparations faites sur des pièces traitées par la liqueur de Muller et colorées au carmin aluné ou à l'hématoxyline éosinée, lui ont montré qu'il s'agissait en réalité d'un néoplasme formé de cellules épithéliales, dont quelques-unes se rapprochaient beaucoup des cellules épithélioïdes du carcinome type.

» Il a attribué sa première interprétation à la rétraction que l'alcool absolu, employé pour un examen hâtif, avait fait subir aux éléments.

» Les préparations ont été soumises pour contrôle à M. Burd, chef des travaux d'Anatomie pathologique. Cet observateur expérimenté voit dans ces éléments des cellules épithéliales encore embryonnaires.

» On voit que la divergence entre les deux est peu importante.

» Pour moi, je penche fortement vers la seconde opinion du premier, car l'aspect macroscopique du tissu est caractéristique, et certains éléments des points les plus éloignés du tissu sain représentent parfaitement les cellules polymorphes du carcinome.

» Le troisième rat de cette série expérimentale est encore vivant et bien portant en apparence.

» *Deuxième série.* — Je ne ferai que mentionner très sommairement trois autres expériences faites par injection du produit de la macération aqueuse d'une tumeur cancéreuse triturée : 1° 20^{cc} dans la veine auriculaire d'un lapin; 2° 2^{cc} sous la peau de deux autres rats. Ces animaux sont restés bien portants en apparence pendant trois mois (le lapin), six mois (les rats). Ils n'ont pas été suivis au delà. Le lapin a été sacrifié pendant mon absence sans que j'aie pu savoir quel était l'état de ses organes, les rats se sont échappés.

» *Troisième série.* — Une tumeur cancéreuse de l'estomac, volumineuse et ayant toutes les apparences d'un épithélioma tubulé, sert à préparer une solution glycérinée d'après la formule indiquée plus haut.

» La dose considérable de 5^{cc} de ce liquide pur est injectée sous la peau du dos d'un rat blanc sain, en décembre 1892. Cet animal, après être resté bien portant jusqu'à la fin de février, est mort brusquement après quelques jours de dépérissement peu marqué au commencement de mars 1893.

» L'autopsie n'a démontré aucune lésion d'organes appréciable à l'œil nu.

» *Quatrième série.* — Deux rats blancs sains ont reçu sous la peau du dos, avec toutes les précautions aseptiques, chacun un fragment de tissu de cancer du sein gros comme une lentille, poussé au fond d'un trajet de 2^{cm} de profondeur pratiqué avec un ténotome étroit.

» La réunion de la plaie a eu lieu par première intention. La petite élevure formée par la greffe a disparu en peu de jours sans laisser de trace. Les rats bien portants pendant six mois ont été perdus de vue après.

» De ces expériences on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° Le tissu carcinomateux de l'homme mis en macération dans la glycérine donne un liquide qui, introduit *à plusieurs reprises* dans l'organisme du rat blanc, peut parfois faire développer chez lui un néoplasme évidemment cancéreux.

» 2° Le résultat n'est obtenu qu'après un temps très long d'incubation et accompagné d'un état de cachexie qui se développe brusquement peu de jours avant la mort (dans le cas visé onze mois après la dernière inoculation).

» 3° Quand la production du néoplasme n'est pas obtenue, l'animal peut succomber à une cachexie semblable tardive, sans altération anatomique appréciable à l'œil nu.

» 4° Cette cachexie mortelle a pu être aussi obtenue un peu moins tardivement par une injection unique massive de liqueur glycérinée préparée avec un épithélioma de l'estomac, sans altération anatomique macroscopique.

» 5° Les greffes de parcelles de tissu cancéreux humain chez le rat blanc se sont résorbées sans produire aucune altération locale ni générale, au moins pendant les six mois qui ont suivi.

» 6° Pour le cas où deux cancers distincts chez le même animal ont été obtenus, on peut admettre qu'ils résultent des injections antérieures de liquide cancéreux, car il est irrationnel de penser que deux néoplasmes, démontrés contemporains par leur développement égal, puissent se produire spontanément et simultanément.

» Les tumeurs multiples naissent toujours en effet par voie de dissémi-

nation des éléments dégénérés sortis d'une première tumeur plus ancienne et plus développée que les autres. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'amplitude et la durée moyenne des oscillations extrêmes du baromètre à Paris* (1). Note de M. **Léon Descroix**, présentée par M. Mascart.

« La moyenne générale de la pression barométrique à Paris-Montsouris, dont l'altitude est de 78^m, étant de 775,0 (soit une pression réduite au niveau de la mer de 762,4) avec des écarts saisonniers de 755,9 hiver; 754,1 printemps; 755,5 été; 754,8 automne, voici ce qu'un enregistrement continu des plus sensibles (celui du barographe-balance) indique comme expression de l'instabilité d'équilibre en année moyenne après dix années (1883-92) :

Valeurs d'une oscillation moyenne.	Amplitude		Durée		Vitesse		Durée totale.
	en hausse.	en baisse.	en hausse.	en baisse.	en hausse.	en baisse.	
	mm	mm	h	h	mm	mm	h
Décembre.....	+17,7	−17,7	60,6	53,8	0,29	0,33	114,4
Janvier........	+17,7	−17,0	58,9	55,2	0,30	0,31	114,1
Février........	+17,5	−16,7	58,9	58,0	0,30	0,29	116,9
Mars..........	+15,5	−15,1	58,1	61,2	0,27	0,25	119,3
Avril..........	+14,6	−14,7	62,6	65,3	0,23	0,23	127,9
Mai...........	+13,3	−13,1	67,9	66,0	0,20	0,20	133,9
Juin..........	+12,5	−11,8	61,7	65,3	0,19	0,18	132,0
Juillet.........	+11,1	−11,5	61,4	62,5	0,18	0,18	123,9
Août..........	+11,1	−12,4	58,1	64,0	0,19	0,19	122,1
Septembre.....	+13,0	−15,1	59,9	64,9	0,22	0,24	124,8
Octobre.......	+15,4	−16,4	62,4	62,1	0,25	0,29	124,5
Novembre.....	+16,8	−17,4	60,4	57,1	0,28	0,32	117,5
Année.....	+14,8	−14,9	61,3	61,3	0,24	0,25	122,1

» Comme limites extrêmes des oscillations, on trouve que les moyennes des maxima et minima durant le même temps ont été de 778 et 727 en hiver; de 770 et 731 au printemps; de 767 et 739 en été; de 769 et 728 en automne; soit une amplitude moyenne extrême annuelle 39^{mm},7 au lieu

(1) Voir le détail des oscillations barométriques : *Annuaire de la Statistique municipale; Annuaire de l'Observatoire de Montsouris* (Gauthier-Villars, éditeur).

de $29^{mm},7$ que l'on obtient ci-dessus en faisant entrer dans le calcul toutes les oscillations au moins égales à 5^{mm} de montée, comme de descente.

» Par définition, cette valeur moyenne de la pulsation atmosphérique suppose une égalité de parcours dans les deux sens, mais elle n'entraînait pas nécessairement l'égalité de vitesse à la hausse comme à la baisse. Il est intéressant de signaler cette période de cinq jours employés en moyenne à l'extinction de la perturbation. Cela peut justifier, par d'autres considérations que la commodité du calcul, l'usage adopté dans quelques pays, et suivi par nous, de dresser des moyennes pentadaires.

» Nous remarquons que les conditions hygrothermiques exceptionnelles du printemps qui s'achève se sont traduites, au même point de vue que ci-dessus, par des vitesses oscillatoires moyennes de $\pm 0^{mm},15$ au lieu de $\pm 0^{mm},23$, valeur habituelle, sans que la durée se soit trouvée très modifiée ($65^{h},2$). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la densité et l'alcalinité des eaux de l'Atlantique et de la Méditerranée.* Note de M. **J.-Y. Buchanan**.

« Les observations rapportées dans le Tableau suivant ont été faites à bord du yacht *Princesse Alice*, commandé par M. le Prince de Monaco qui avait bien voulu m'inviter à faire le voyage de Dartmouth à Gênes pendant les mois d'août et de septembre 1892. J'ai cherché à déterminer si le rapport entre la densité et l'alcalinité varie ou reste constant en passant de l'Atlantique dans la Méditerranée.

» La détermination de la densité (${}_{4^\circ}S_{t}$) a été faite avec un aréomètre du type qui a servi à bord du *Challenger*, mais avec cette amélioration que l'on peut ajouter autant de poids que l'on veut, et faire autant d'observations indépendantes de la densité de la même eau. L'instrument (n° 12) pesait $152^{gr},4075$ réduit au vide. La tige était divisée en millimètres sur une longueur de 100^{mm}. Elle avait un diamètre presque uniforme et les 100^{mm} déplaçaient $0^{gr},814$ d'eau distillée. Le volume du corps cylindrique de l'instrument a été déterminé à diverses températures en l'immergeant dans l'eau distillée dont la température était déterminée par un thermomètre normal divisé en dixièmes de degré. On a, de plus, déterminé de temps en temps et parallèlement à celle de l'eau de mer la densité d'eau distillée préparée immédiatement avant le départ. On a pu observer ainsi directement les poids d'eau de mer et d'eau distillée avec le même instrument, à des températures très rapprochées et souvent identiques. On a toujours fait au moins trois observations (quelquefois huit et même dix) sur chaque échantillon. La moyenne des trois observations est exacte à trois unités près de la cin-

quième décimale, pour la température de l'eau au moment de l'expérience. Pour profiter de tous les avantages de cette méthode, il faut que l'eau soit à la température de l'atmosphère et que celle-ci soit constante. Toutefois la détermination exacte de la température du liquide en observation est de la première importance pour la connaissance de sa densité, et c'est ici un grand avantage de l'aréomètre sur le pycnomètre. Avec celui-là le liquide est hors de l'instrument et sa température peut être déterminée exactement; avec celui-ci, il faut juger de la température de l'intérieur de l'instrument par celle du milieu dans lequel il se trouve. Il y a ainsi perte de temps et incertitude dans le résultat.

» En considérant les densités, la température restant constante, on observe que la densité de l'eau de l'Atlantique est la même tout le long de la côte méridionale de l'Espagne jusqu'au cap de Gata. Cela est confirmé par la présence d'un fort courant vers l'est, que l'on constate en même temps. Au delà du point indiqué, on n'a que l'eau plus dense de la Méditerranée.

» Pour établir le rapport de la densité avec l'alcalinité, on a calculé le poids de 1^{lit} d'eau de mer à 23°C., température très voisine de la température moyenne (22°,96C.), des échantillons à l'époque de la détermination de la densité. On évite ainsi la plupart des erreurs de réduction qui dépendent de la dilatation de l'eau de mer. On considère comme proportionnelle à la quantité de sel dissous dans 1^{lit} d'eau, la différence D entre le poids de 1^{lit} d'eau de mer à 23°C. et $997^{gr},655$, poids du même volume d'eau distillée à la même température.

» Pour déterminer l'alcalinité, on acidifie 250^{cc} d'eau dans une capsule de porcelaine avec une solution d'acide sulfurique dont 1^{cc} équivaut à 1^{mgr} d'acide carbonique (CO^2); on ajoute qnelques gouttes d'une solution d'aurine (rosolate de potasse) et l'on fait bouillir pendant cinq minutes pour éliminer tout l'acide carbonique. On neutralise alors l'eau, toujours bouillante, avec une solution de soude caustique équivalente par volume à l'acide sulfurique. On détermine le point de neutralisation à plusieurs reprises. On a ainsi le volume d'acide sulfurique neutralisé par 250^{cc} d'eau de mer. Le chiffre obtenu, multiplié par 4, donne en milligrammes de CO^2 par litre d'eau l'alcalinité A de l'eau de mer.

» Considérant que les données de la colonne D sont proportionnelles à la salinité de l'eau, en divisant ces chiffres par ceux de la colonne A, on a le coefficient D_A qui exprime le rapport entre la salinité et l'alcalinité. On voit que ce coefficient est plus grand dans l'Atlantique que dans la Méditerranée. La différence n'est pas grande, mais elle est fort nette. Le coefficient moyen des n°s 1 à 20 (Atlantique) est 0,5000, le maximum étant 0,5086 et le minimum 0,4932. Pour la Méditerranée (n°s 21 à 39), le coefficient moyen est 0,4875, le maximum étant 0,4925 et le minimum 0,4815.

Numéro de l'échantillon.	Jour et heure de la prise de l'échantillon.	Température de l'eau de mer		Densité de l'eau de mer (1)		Alcalinité de l'eau de mer en milligr. de CO_2 par litre A.	Poids d'un litre d'eau de mer à 23° C. W.	Différence (2) entre W et 997,655 D.	Coefficient d'alcalinité $D_A = \frac{D}{A}$.	Point d'origine de l'échantillon (3)	
		in situ t.	au moment de l'observation de la densité t'.	observée à t' 4° $S_{t'}$.	réduite à 15°56 C. 4° $S_{15°56}$.					latitude N.	longitude de Greenwich.
....	22 août 9.30 a (h m)	19,10 (°)	20,05 (°)	1,025400	1,026626	54,24	1024,706	27,051	0,4987	45. 3.	6.27. 5" W.
....	»	19,50	20,20	5389	6539	54,88	4,619	26,964	0,4932	45.28. 5	6.54. 7
....	23 » 9.15 a	19.40	20,85	5283	6613	54,00	4,693	27,038	0,5007	44.29	7.47
....	24 » 7. a	17,10	20,60	5291	6551	54,32	4,631	26,976	0,4966	42.38	9.34
....	» 1.15 p	17,40	20,60	5281	6541	54,68	4,621	26,966	0,4932	42. 9	8.53. 5
....	» 2.55 p	18,80	20,70	5214	6504	54,44	4,584	26,929	0,4946	42.13.25	8.43. 5
....	25 » 5.25 p	17,15	20,95	5234	6589	54,24	4,653	26,998	0,4977	41.34	9. 7
....	26 » 7.30 a	18,90	20,55	5460	6705	53,36	4,795	27,140	0,5086	39.57. 5	9.30
	» »	»	20,50	5485	6715	»	»	»	»	»	»
....	» » 10. 0 a	18,25	21,05	5332	6717	53,78	4,797	27,142	0,5047	39.25	9.38
	» »	»	20,65	5469	6744	»	»	»	»	»	»
....	» » 2.30 p	16,15	20,90	5392	6732	54,36	4,812	27,157	0,4996	38.47.25	9.32
....	» » 3.40 p	16,50	21,10	5302	6702	53,68	4,782	27,127	0,5053	38.33. 5	9.25
....	27 » 8. 0 a	19,40	20,50	5673	6903	54,52	4,983	27,328	0,5012	36.50. 5	8.36
....	» » 11.30 a	21,75	22,32	5507	7233	54,84	5,313	27,658	0,5043	36.43	8.13
....	» » 4. 0 p	22,90	22,85	5345	7220	54,72	5,300	27,645	0,5052	36.36	7.37.25
....	» » 6.40 p	22,40	23,30	5201	7201	55,20	5,281	27,626	0,5005	36.30	7.20. 5
....	28 » 10. 0 a	21,15	23,60	5047	7137	55,04	5,217	27,562	0,5008	36. 3	5.48. 5
....	» » 1.30 p	18,10	23,08	5225	7169	55,04	5,249	27,594	0,5013	36. 1	5.31.25
....	» » 3. 0 p	17,40	23,57	5175	7366	55,96	5,446	27,791	0,4966	36. 4	5.22. 7
....	29 » 9.15 a	17,40	23,10	5115	7065	54,66	5,145	27,490	0,5029	36. 9	5. 5. 5
....	» » 6.45 p	22,40	24,55	4759	7119	55,72	5,199	27,544	0,4943	36.28	3.52.
....	30 » 6. 0 a	23,40	24,32	5511	7806	57,48	5,886	28,231	0,4911	36,39	2. 8
	» » » a	»	25,58	5551	7814	»	»	»	»	»	»
....	» » 12.45 p	23,10	24,20	5191	7451	56,60	5,532	27,876	0,4925	37. 4. 5	1.24
....	» » 6.20 p	24,70	24,75	5492	7907	58,32	5,987	28,332	0,4858	38.28. 5	0.45 E.
....	31 » 6. 0 a	24,90	24,77	5663	8084	58,28	6,164	28,509	0,4892	38.40	0.21
....	» » 11.15 a	25,00	25,44	5581	8203	59,24	6,283	28,628	0,4815	39.11	0.43
....	» » 3. 0 p	25,40	25,85	5494	8239	58,60	6,319	28,664	0,4891	39.35	0.59
	» » »	»	23,72	6168	8292	»	»	»	»	»	»
	» » »	»	21,30	6773	8217	»	»	»	»	»	»
....	» » 6.15 p	24,90	23,67	6191	8302	59,36	6,382	28,727	0,4839	39.51	1.10.25
....	1 sept. 9.30 a	24,15	23,72	5971	8105	58,08	6,185	28,530	0,4912	40.47	1.51
....	» » »	»	20,90	6754	8094	»	»	»	»	»	»
....	2 » 9.30 a	21,40	23,50	6227	8287	58,44	6,367	28,712	0,4913	42.11	4.10
	» » »	»	23,90	6108	8278	»	»	»	»	»	»
....	» » 6.30 p	22,40	21.20	7060	8480	»	»	»	»	42.38	5.31
....	3 » 9. 0 a	22,90	21.20	7011	8434	»	»	»	»	43.25	7.10
....	25 » 6. 0 p	21,30	24,25	5041	7316	»	»	»	»	42.56. 3	8.58
....	» » »	13,10	24,35	6054	8368	»	»	»	»	»	»
....	» » »	13,40	24,60	6317	8667	59,92	6,747	29,092	0,4855	»	»
....	» » »	13,10	24,70	6235	8635	60,20	6,715	29,060	0,4827	»	»
....	26 » »	13,10	24,25	6338	8613	59,84	6,693	29,038	0,4853	»	»
....	» » 6.30 p	21,90	24,80	5986	8416	»	»	»	»	43.25	6.50
....	» » »	17,70	24,85	5898	8343	»	»	»	»	»	»
....	» » »	14,00	24,75	5821	8228	58,73	6,308	28,653	0,4879	»	»

La densité de l'eau distillée à 4° C. est prise pour unité.

997gr,655 est le poids d'un litre d'eau distillée à 23° C.

Tous les échantillons d'eau analysés ont été pris à la surface, sauf les échantillons suivants : n° 33 pris à 100^m; n° 34 ; n° 35 à 1000^m; n° 36 à 1500^m; 38 à 30^m et n° 39 à 50^m.

» Puisque le coefficient maximum des 13 échantillons de la Méditerranée est inférieur au minimum des 20 échantillons de l'Atlantique, il est certain que nous avons ici une véritable différence entre les deux eaux. Les grandes différences observées par M. Gibson entre les eaux de la Baltique et celles de l'Atlantique peuvent être imputées aux gelées d'hiver. Dans la Méditerranée, les faibles différences sont peut être dues à l'abondance des roches calcaires sur ses côtes. »

M. **Adolphe Bloch** adresse à l'Académie, par l'entremise de M. Cornu, une Note ayant pour titre : « Démonstration expérimentale de l'existence de trois parties distinctes dans les bobines d'induction et dans les bobines à courants alternatifs ».

MM. **E. Gautrelet** et **L. Dadet** adressent le résumé de leurs recherches sur la distillation des vins et des alcools industriels.

M. **A. Guy** adresse une Note sur la prévision du temps.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 juin 1893.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. 6e série, juin 1893, tome XXIX. Paris, Masson, 1893; 1 fasc. in-8°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées. 4e série, publiée par M. Camille Jordan, avec la collaboration de MM. M. Lévy, A. Mannheim,

É. Picard, H. Poincaré, H. Resal. Tome neuvième, année 1893, fascicule 2. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-4°.

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht, par Albert Ier, Prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction, avec le concours du baron Jules de Guerne, chargé des travaux zoologiques à bord. Fasc. IV et V; 2 fascicules gr. in-4°. Imprimerie de Monaco, 1893.

Leçons sur les origines de la Science grecque, par Gaston Milhaud. (Présenté par M. Darboux.)

Determinazioni assolute della componente orizzontale della forza magnetica terrestre, atte nel R. Osservatorio di Capodimonte negli anni 1890, 1891 *e* 1892 dal Dr F. Contarino, astronomo aggiunto. Napoli, 1893; 1 fasc. gr. in-4°.

Riflessioni sulla variazione a corto periodo della latitudine. Nota di A. Nobile. Napoli, 1893; 1 fasc. gr. in-4°.

Transactions of the New-York Academy of Medicine instituted 1847. Second series, vol. VIII, 1892; 1 vol. in-8°.

Astronomical, magnetical and meteorological observations made at the royal observatory Greenwich in the year 1890, under the direction of W.-H.-M. Christie, M. A., F. R. S., Astronomer royal. Published by order of the Board of Admiralty, in obedience to Her Majesty's command. London, 1892; 1 vol. gr. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 23 mai 1893.)

Note de M. *Armand Gautier,* Sur quelques phosphates naturels rares ou nouveaux, etc. :

Page 1173, ligne 19, *au lieu de*

	H^2O	22,09	23,36
lisez	H^2O	22,09	22,86

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 JUIN 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Théorie de l'écoulement sur les déversoirs sans contraction latérale, en tenant compte des variations qu'éprouve, suivant le niveau d'aval, la contraction inférieure de la nappe déversante;* par M. J. Boussinesq.

« I. J'ai montré, dans une première étude sur l'écoulement par les déversoirs sans contraction latérale, en 1887 (1), comment l'hypothèse approximative du parallélisme des filets fluides à travers une *section contractée* presque

(1) Voir le *Compte rendu* du 4 juillet de cette année (t. CV, p. 17), pour le cas de la nappe libre en dessous, celui du 10 octobre (p. 585), pour les cas des nappes ou déprimées, ou noyées en dessous, ou adhérentes, enfin, celui du 24 octobre (p. 697), pour les cas de déversoirs analogues à l'ajutage rentrant de Borda.

verticale, ou d'un centre commun de courbure sur cette section pour tous ceux d'entre eux que contient un même plan longitudinal, conduit à des résultats confirmés par l'expérience, en se combinant avec le fait de la réalisation du débit théorique maximum au moment où le niveau d'aval s'abaisse jusqu'à cesser d'influer sur le régime ou à ne plus *noyer* (en dessus) le déversoir. J'aurais pu, cependant, hésiter à admettre une telle section contractée, à cause de la continuation sensible du rapprochement mutuel des filets jusqu'à d'assez grandes distances en aval du déversoir, si je n'avais comparé ce *reste* de convergence, pour juger son influence relativement *négligeable*, à l'angle de plus de 90° (dans le cas ordinaire d'un déversoir vertical) que font entre eux, sur le seuil même, les filets supérieurs et inférieurs. On conçoit qu'à la petite distance du seuil où cet angle se trouve déjà réduit, par exemple, à sa dixième partie, l'effet du rapprochement rapide des filets sur les pressions et sur les vitesses soit *presque terminé*, ou que les sections transversales jouissent sensiblement des propriétés d'une *section contractée* (c'est-à-dire coupant normalement tous les filets), à laquelle on peut, dès lors, attribuer une existence tout au moins *idéale*, suffisante pour guider la théorie.

» Cette étude de 1887 a fait connaître le rôle important que joue, dans la question, la petite *contraction* c du dessous de la nappe déversante, quotient du relèvement ε de la face inférieure de la nappe, à l'issue du seuil, par la *charge* h, ou hauteur, au-dessus de celui-ci, du niveau d'amont, qui mesure proportionnellement l'étendue totale possible de l'orifice offert, en quelque sorte, à l'écoulement. Pour simplifier, j'y supposais indépendant de la hauteur h' du niveau dans la section contractée, au moment où l'eau d'aval va cesser de noyer en dessus le déversoir, cet élément jusqu'alors négligé $c = \frac{\varepsilon}{h}$, dont l'expérience seule pouvait, sauf pour un déversoir analogue à l'ajutage rentrant de Borda, faire connaître les lois, et que M. Bazin a trouvé, par exemple, être 0,112 dans le cas particulièrement important d'un barrage vertical en mince paroi, non noyé, avec nappe déversante libre en dessous. Or une telle invariabilité de la contraction c n'étant guère probable, j'ai examiné, dans une Note ultérieure [1], la supposition où ce serait le rapport $\frac{\varepsilon}{h'}$ qui resterait constant quand la hauteur h', au-dessus du seuil, du bord supérieur de la section contractée, approche de sa valeur correspondant au déversoir libre ou au débit maxi-

---

[1] *Compte rendu* du 30 septembre 1889 (t. CIX, p. 515).

mum; et cette nouvelle hypothèse a donné, dans le cas du barrage vertical en mince paroi, une hauteur η de la section contractée, $0,67h$ (au lieu de $0,69h$ résultant de l'hypothèse $c = \text{const.}$), sensiblement identique à l'épaisseur de la nappe, mesurée par M. Bazin au-dessus du sommet de la face inférieure. Mais, malgré un accord si complet (de deux choses, il est vrai, un peu distinctes), on reconnaîtra ci-après que, pour un déversoir analogue à l'ajutage rentrant de Borda, la seconde supposition est encore moins acceptable que la première, et qu'il y a généralement lieu de regarder la petite contraction inférieure c comme une fonction du rapport K des deux hauteurs d'aval et d'amont à considérer ici, h' et h, c'est-à-dire de lui attribuer, au moment où le déversoir cesse d'être noyé, une petite dérivée c' par rapport à sa variable K, sauf à en demander à l'expérience, comme pour c, la valeur numérique, d'une observation malheureusement bien difficile.

» Je me propose ici de montrer, sur l'exemple de la nappe libre en dessous pris pour fixer les idées, comment se calculeront dans cette hypothèse générale les principales circonstances de l'écoulement. On verra surtout que la plus importante d'entre elles, savoir *le débit q, ne dépend pas de la dérivée c' ou de la loi de variation de la contraction inférieure c*, au degré d'approximation sur lequel on peut compter; de sorte que ma première et plus simple hypothèse $c = \text{const.}$ y suffit.

» II. Mais reconnaissons d'abord que, pour un barrage d'une inclinaison donnée a sur la verticale, la contraction inférieure c d'une nappe déversante libre en dessous, ou même y supportant une pression égale à une *certaine* fraction N de $\rho g h$, est uniquement fonction du rapport K des deux hauteurs h', h de l'eau sur la section contractée et en amont du déversoir, si du moins l'on admet que le problème posé d'écoulement permanent se trouve complètement déterminé par ses équations connues (mais non intégrées) aux dérivées partielles.

» Ces équations, quand on adopte deux axes des x et des y émanant d'un point de la crête ou du seuil, le premier, horizontalement vers l'aval, le second, verticalement vers le haut, sont, d'une part, les trois relations indéfinies

$$(1)\quad \frac{1}{\rho}\frac{dp}{d(x,y)} = (0, -g) - u\frac{d(u,v)}{dx} - v\frac{d(u,v)}{dy}, \qquad \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} = 0,$$

d'autre part, aux surfaces limites, les conditions spéciales suivantes : 1° $u - av = 0$ pour $x - ay = 0$ (avec $y < 0$), c'est-à-dire contre le barrage; 2° $u\frac{dp}{dx} + v\frac{dp}{dy} = 0$ pour $p = 0$, c'est-à-dire à la surface libre supé-

rieure; 3° la même relation à la surface libre inférieure ou pour $p = N\rho g h$ (avec $x > 0$); 4° $v = 0$ et même $u = 0$ en amont du déversoir, c'est-à-dire pour $x = -\infty$, où, de plus, $p = 0$ pour $y = h$; 5° enfin, le quasi-parallélisme des filets fluides (ou la relation $-v = u \tang \beta$) sur une section contractée ($x - y \tang \beta =$ const.) faisant un petit angle β avec la verticale, un peu en aval du sommet $y = \varepsilon$ de la face inférieure de la nappe, et la condition $p = 0$ pour $y = h'$, sur cette section.

» Or concevons un déversoir *idéal* exactement semblable au proposé, mais sur lequel coulerait un liquide de densité 1, sollicité par une gravité $g = 1$, sous une *charge* $h = 1$, et où la hauteur h' d'aval aurait la valeur K. Imaginons qu'on y considère l'écoulement aux points dont les coordonnées ξ, ζ, par rapport à des axes disposés comme ceux des x et des y dans le proposé, seront $(\xi, \zeta) = \frac{(x, y)}{h}$, afin de lui comparer l'écoulement existant sur ce dernier aux points homologues (x, y). Grâce aux formules de transformation évidentes $\frac{d}{d(x, y)} = \frac{1}{h}\frac{d}{d(\xi, \zeta)}$, les équations (1) et les conditions accessoires (ou aux surfaces limites) qui les accompagnent, divisées par des facteurs convenables indépendants des coordonnées, se ramènent facilement à d'autres ne contenant, avec a, N et K, que les rapports $\frac{(u, v)}{\sqrt{gh}}$, $\frac{p}{\rho g h}$ ou leurs dérivées en ξ, ζ, équations identiques à celles qui, sauf la substitution de u, v, p à ces rapports, régissent l'écoulement sur le déversoir idéal. Si donc les équations indiquées déterminent le problème, comme on l'admet, les rapports $\frac{(u, v)}{\sqrt{gh}}$, $\frac{p}{\rho g h}$ relatifs au déversoir proposé seront les valeurs mêmes de u, v, p dans le déversoir idéal, c'est-à-dire des fonctions parfaitement spécifiées de ξ, ζ ou de $\frac{x}{h}$, $\frac{y}{h}$.

» Ainsi, les filets fluides, les surfaces libres, etc., ont leurs *formes* respectives indépendantes de la densité ρ, de la gravité g et de la hauteur h de charge, mais leurs dimensions homologues proportionnelles à cette hauteur h; et, en particulier, la contraction inférieure $c = \frac{\varepsilon}{h}$, fonction de a, N, K, ne varie, dans le déversoir proposé, qu'avec ce dernier rapport $\frac{h'}{h} = K$ quand on a $N =$ const., comme, par exemple, quand la nappe déversante est libre en dessous, ou que $N = 0$ [1].

---

[1] Les courbures de la face inférieure d'une nappe déversante sont donc loin

» III. Cela posé, le principe de Daniel Bernoulli sur la conservation de la charge des filets fluides, combiné avec l'équation régissant la variation de la pression le long d'une coordonnée z dirigée vers le haut, dans la section contractée, à partir de son bord inférieur, déterminera, de la même manière que dans ma Note du 4 juillet 1887, la vitesse V et la pression p aux divers points de cette section. Si l'on observe que celle-ci, coupant presque à angle droit tous les filets fluides et, en particulier, les filets inférieurs, fait avec la verticale un petit angle β, ou que les filets inférieurs tournent d'une quantité comparable seulement à β depuis leur sommet jusqu'à la section contractée et, par suite, se maintiennent à l'altitude ε, sauf erreur de l'ordre de β^2, dans tout ce *voisinage* du *maximum* ε, on pourra ne pas distinguer de ε ou de ch, la hauteur, au-dessus du seuil, du bas de la section contractée. Et en tenant d'ailleurs compte de l'angle, β, que font celle-ci ou la coordonnée z avec la verticale, il viendra

$$(2)\quad \begin{cases} k^2 = \dfrac{1-\mathrm{K}}{1-c}, \qquad \dfrac{\eta}{h} = \dfrac{1-c}{\cos\beta}(1-k^2), \qquad \dfrac{\mathrm{R}_0}{h} = \dfrac{1-c}{\cos\beta}(k+k^2), \\ m = \dfrac{(1-c)^{\frac{3}{2}}}{\cos\beta}(k+k^2)\log\dfrac{1}{k}, \end{cases}$$

formules où R_0, k, m continuent à désigner respectivement le rayon de courbure des filets inférieurs sur la section contractée, la variable auxiliaire $\frac{\mathrm{R}_0}{\mathrm{R}_0+\eta}$, enfin le coefficient de la formule du débit $q = mh\sqrt{2gh}$.

» Or *il serait illusoire de ne pas négliger, dans ces formules, les termes de l'ordre des carrés et produits de* β, c; car le parallélisme que nous admettons dans les filets fluides, à la traversée de la section contractée, n'est réalisé qu'avec des écarts presque comparables à β, et l'on ne doit pas compter, par suite, sur un degré d'approximation embrassant jusqu'aux termes de second ordre de petitesse.

---

d'être constantes lorsque varie la charge h, contrairement à celles de la *veine* issue d'un orifice, laquelle reste invariable pour toutes les hauteurs de charge dépassant un certain nombre de fois la hauteur ou la largeur de l'orifice. On s'explique ainsi qu'un *orifice* en paroi épaisse puisse être *évasé* suivant la forme naturelle de la veine, de manière à assurer, sauf pour de petites charges, le parallélisme des filets fluides, à la sortie, tandis que le meilleur évasement possible de la face amont d'un *déversoir* épais, au-dessous du seuil, n'amènera un tel parallélisme sur le seuil même que pour une *seule* hauteur de charge.

» Les trois dernières (2) doivent donc s'écrire simplement

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{\eta}{h}=(1-c)(1-k^2), \qquad \frac{R_0}{h}=(1-c)(k+k^2),\\ &m=(1-\tfrac{3}{2}c)f(k), \quad \text{où} \quad f(k)=(k+k^2)\log\frac{1}{k}. \end{aligned}\right.$$

» IV. Le maximum cherché du débit, ou de m, s'obtient en annulant la dérivée de m par rapport à h' ou, simplement, par rapport à K; ce qui, en appelant k_0 la racine 0,46854 qui annule $f'(k)$, et observant que, d'après la première formule (2), la dérivée de K par rapport à k diffère peu de $-2k$, donne, grâce à la suppression des termes non linéaires en c, c' et, par suite, en $k-k_0$,

$$f'(k)=-3kf(k)c' \qquad \text{ou} \qquad f''(k_0)(k-k_0)=-3k_0f(k_0)c',$$

c'est-à-dire

$$(4)\qquad k=k_0-3\frac{k_0f(k_0)}{f''(k_0)}c'=0,46854+0,2027\,c'.$$

» Pour faciliter le calcul du dernier coefficient 0,2027, on élimine par l'équation $f'(k_0)=0$, de $f(k_0)$ et de $f''(k_0)$, le logarithme népérien qui y figure, avant de substituer à k_0 sa valeur numérique 0,46854. Et le même procédé transforme aisément les deux premières formules (3), dans le développement desquelles les carrés ou produits de c, c', $k-k_0$ sont encore insensibles, en celles-ci,

$$(5)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{\eta}{h}=0,7805-0,7805\,c-0,1899\,c',\\ &\frac{R_0}{h}=0,6881-0,6881\,c+0,3926\,c'. \end{aligned}\right.$$

» Quant à l'expression (3) du *coefficient de débit m*, le facteur $f(k)$ s'y trouve inférieur au maximum $f(k_0)$ d'une quantité, $-\frac{1}{2}f''(k_0)(k-k_0)^2$ environ, négligeable de l'ordre de c'^2; et, par suite, *la valeur de ce coefficient* particulièrement important,

$$(6)\qquad m=f(k_0)(1-\tfrac{3}{2}c)=0,5216-0,7825\,c,$$

est bien indépendante de la dérivée c', ou de la loi de variation de la contraction c avec le rapport des deux niveaux d'amont et d'aval.

» V. Enfin le maximum de pression à l'intérieur de la section contrac-

tée, et l'altitude $\varepsilon + z\cos\beta$, au-dessus du seuil, des points où il se produit, sont donnés par les formules (8) de la Note citée, du 4 juillet 1887, qui s'écriront ici

$$(7)\qquad \begin{cases} \dfrac{p}{\rho g(h-\varepsilon)} = 1 - 3\left(\dfrac{k+k^2}{2}\right)^{\frac{2}{3}} + 2\left(\dfrac{k+k^2}{2}\right), \\ \dfrac{z\cos\beta}{2(h-\varepsilon)} = \left(\dfrac{k+k^2}{2}\right)^{\frac{2}{3}} - \left(\dfrac{k+k^2}{2}\right). \end{cases}$$

» Transformées, comme viennent de l'être les précédentes (3), de manière à négliger dans leurs développements les termes non linéaires en $k - k_0$ et en c, elles donnent, pour les rapports du maximum considéré p de pression à $\rho g h$ et de son altitude $\varepsilon + z\cos\beta$ à h,

$$(8)\qquad \begin{cases} \dfrac{p}{\rho g h} = 0{,}2151 - 0{,}2151\,c - 0{,}1677\,c', \\ \dfrac{\varepsilon + z\cos\beta}{h} = 0{,}2939 + 0{,}7061\,c - 0{,}0191\,c'. \end{cases}$$

» VI. Introduisons dans la formule (6), dans la première (5) et dans (8), la valeur 0,112 de c obtenue expérimentalement (comme moyenne) par M. Bazin, sur un déversoir vertical de $1^{m},135$ de hauteur et pour des charges h qui ont varié environ de $0^{m},15$ à $0^{m},45$ (1), valeur qu'il faudrait sans doute accroître quelque peu, jusqu'à 0,115 peut-être, dans le cas limite, supposé ici, d'une contraction inférieure *complète*, c'est-à-dire d'une hauteur de déversoir infinie. Il viendra, pour $c = 0{,}112$,

$$(9)\qquad \begin{cases} m = 0{,}4340, & \dfrac{\eta}{h} = 0{,}6931 - 0{,}1899\,c', \\ \dfrac{p}{\rho g h} = 0{,}1910 - 0{,}1677\,c', & \dfrac{\varepsilon + z\cos\beta}{h} = 0{,}3730 - 0{,}0191\,c'. \text{ »} \end{cases}$$

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de combustion des principaux gaz hydrocarbonés;* par MM. **Berthelot** et **Matignon**.

« 1. La chaleur de combustion des gaz hydrocarbonés a été mesurée par Dulong, Andrews, Favre et Silbermann, Berthelot et Thomsen, à plusieurs reprises, et a donné lieu à des déterminations voisines les unes des

(1) *Expériences nouvelles sur l'écoulement en déversoir*, par M. Bazin (deuxième article), au numéro de janvier 1890 des *Annales des Ponts et Chaussées;* voir page 10 du Mémoire.

autres; mais avec des différences de quelques centièmes, dont la source est due en partie à la pureté inégale des gaz, en partie aux méthodes d'expérimentation.

» 2. L'emploi de l'oxygène comprimé, dans la bombe calorimétrique, ayant apporté à ces dernières un perfectionnement considérable, nous avons cru devoir reprendre par cette méthode la mesure de la chaleur de combustion des principaux gaz, en opérant avec le plus grand soin. Nous allons donner, sans discussion, nos résultats, que nous regardons comme les plus exacts qui aient été obtenus.

» 3. Le mode d'opérer est facile à décrire et signalé dans le *Traité pratique de Calorimétrie chimique,* publié récemment par l'un de nous. En voici le résumé. On fait le vide à deux ou trois reprises dans la bombe, en y faisant arriver chaque fois le gaz combustible humide, puisé dans un grand récipient sur la cuve à mercure. Le volume du gaz, sa température et sa pression sont connus. Cela fait, on refoule dans la bombe de l'oxygène comprimé, en proportion sensiblement supérieure à celle qui serait nécessaire pour une combustion théorique. On place la bombe dans le calorimètre; on enflamme le gaz; on mesure la chaleur dégagée. Comme contrôle, on peut extraire les gaz brûlés de la bombe et les diriger à travers un appareil destiné à absorber l'acide carbonique. En opérant à l'aide d'une série de vides partiels, combinés avec des rentrées d'air purifié, on arrive à absorber tout l'acide carbonique : ce que l'on vérifie soigneusement par les pesées successives de l'appareil absorbant. Pendant les extractions (sauf la première), on a soin de s'arranger de façon que la pression intérieure soit toujours maintenue *au-dessous* de la pression atmosphérique, ce qui rend impossible toute perte par les joints.

» On obtient par là, avec les gaz hydrocarbonés, deux données indépendantes, savoir le volume du gaz et le poids de l'acide carbonique, lesquelles doivent concorder : c'est un contrôle essentiel.

» 4. Dans les essais industriels, on peut rendre l'expérience beaucoup plus rapide en remplissant la bombe, pourvue à cet effet d'une double tubulure, au moyen d'un courant du gaz étudié, dont on dispose en général en quantités considérables. Puis on y refoule l'oxygène et l'on procède à la combustion dans le calorimètre, sans se préoccuper du dosage de l'acide carbonique, qui est assez long. On obtient ainsi, en quelques minutes, le pouvoir calorimétrique du gaz, sous un volume connu : donnée capitale pour beaucoup d'usages. Cette manière de procéder avec la bombe calorimétrique est simple et expéditive.

» Mais dans une recherche scientifique, il convient de pousser plus loin la précision et les vérifications.

» 5. Nous avons opéré sur les gaz suivants :

» Hydrogène, oxyde de carbone, éthylène, éthane, propane, allylène, propylène et son isomère, le triméthylène.

» Quant au formène et à l'acétylène, il nous a paru inutile de répéter les mesures faites il y a treize ans dans la bombe par l'un de nous.

» 6. *Hydrogène :* $H^2 = 2$: $H^2 + O = H^2O$ liquide.

» Quatre déterminations, faites à 10°, ont fourni comme moyenne générale : $68^{Cal},00$, à volume constant.

» Les deux expériences les mieux conduites : 67,9 et 68,2, dont la moyenne est $68^{Cal},15$. C'est ce chiffre qui nous paraît devoir être adopté. Pour réduire à pression constante, il faut ajouter $0^{Cal},84$ (1), ce qui fait $68^{Cal},99$.

» Ce nombre se confond avec la valeur 69^{Cal}, que nous avions adoptée jusqu'ici.

» 7. *Oxyde de carbone :* $CO = 28$: $CO + O = CO^2$.

» Trois déterminations, vers 12° : 68,6; 67,5; 67,6. Moyenne : $67^{Cal},9$ à volume constant; ce qui fait $68^{Cal},2$ à pression constante.

» L'un de nous avait donné précédemment par combustion ordinaire 68,18; par détonation 68,28. Moyenne $68^{Cal},23$.

» Chaleur de formation par les éléments : C diamant + O : $+26^{Cal},1$ (2).

» 8. *Formène :* $CH^4 = 16$.

» Nous maintenons la détermination publiée en 1881 : $213^{Cal},5$ à pression constante.

» Chaleur de formation par les éléments : C diamant + H^4 : $+18^{Cal},7$.

» 9. *Acétylène :* $C^2H^2 = 26$.

» L'un de nous a obtenu dans la bombe : $315^{Cal},7$ à pression constante; par combustion ordinaire $317^{Cal},5$; par voie humide 321. Nous préférons le premier chiffre.

» Formation par les éléments : C^2 diamant + H^2 : $+58^{Cal},1$.

» 10. *Éthylène :* $C^2H^4 = 28$.

» Trois combustions, vers 12°. Le calcul établi d'après le volume du gaz a donné : 339,5; 341,1; 339,0; moyenne : 339,9 à volume constant.

---

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 115.

(2) C diamant + $O^2 = CO^2$: $+94^{Cal},3$ d'après les expériences de MM. Berthelot et Petit (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XVIII, p. 99).

D'après la pesée de l'acide carbonique, les mêmes opérations ont fourni : 341,5; 339,7; 339,4; moyenne : 340,2 à volume constant. Moyenne générale : 340,05 à volume constant et $341^{Cal},1$ à pression constante.

» L'un de nous avait obtenu en 1881 : $341^{Cal},4$ dans la bombe. L'accord est complet.

» Formation par les éléments : $C^2 + H^4$: $-14^{Cal},6$.

» 11. *Éthane :* $C^2H^6 = 30$.

» Préparé par électrolyse. Trois combustions. Le calcul a été établi d'après le poids de l'acide carbonique.

» Trois déterminations, vers 12° : 371,5; 370,6; 370,5; moyenne : $370^{Cal},9$ à volume constant.

» D'où l'on tire : $372^{Cal},3$ à pression constante.

» Ce nombre doit être substitué à celui que nous avions donné autrefois, lequel était trop fort.

» Formation par les éléments : $C^2 + H^6$: $+ 23^{Cal},3$.

» 12. *Propane :* $C^3H^8 = 44$.

» Préparé par l'iodure d'isopropyle, le zinc et l'acide chlorhydrique étendu. On n'a pas réussi à l'obtenir exempt d'hydrogène; il en contenait environ $\frac{1}{5}$ de son volume, dont il a été tenu compte.

» Trois combustions, vers 17°, calculées d'après le poids de CO^2 : 527,3; 525,1; 527,8. Moyenne : $526^{Cal},7$ à volume constant; 528,4 à pression constante.

» Formation par les éléments : $+ 30^{Cal},5$.

» 13. *Allylène :* $C^3H^4 = 40$.

» Trois combustions, vers 16°, 469,7; 474,5; 472,9. Moyenne : 472,4 à volume constant, 473,6 à pression constante.

» Ce corps est d'une purification difficile.

» Formation par les éléments : $C^3 + H^4$: $- 52^{Cal},6$.

» 14. *Propylène :* $C^3H^6 = 42$.

» Préparé avec l'iodure d'allyle, par notre méthode ordinaire.

» Trois combustions : vers 15°. Calculées :

» D'après le volume du gaz : 498,2; 497,5; 497,5. Moyenne : 497,7 à volume constant.

» D'après le poids de CO^2 : 498,3; .....; 498,0. Moyenne : 498,15 à volume constant.

» Moyenne générale : 497,9 à volume constant; 499,3 à pression constante.

» Formation par les éléments : $- 9^{Cal},4$.

» 15. *Triméthylène :* $C^3H^6 = 42$. — Absorbable par SO^4H^2.

» Trois combustions vers 16°, dont la dernière faite avec une autre préparation. Calculées :

» D'après le volume du gaz : 508,1; 509,5; 509,0. Moyenne : 508,9 à volume constant.

» D'après le poids de CO^2 : 505,3; 504,9; 506,6. Moyenne : 505,6 à volume constant.

» On peut déduire de la comparaison de ces deux ordres de données la densité du triméthylène. Or la concordance très approchée des deux résultats montre que la densité du triméthylène répond bien au poids moléculaire C^3H^6. Celle-ci semble un peu plus forte, dans une proportion voisine d'un centième. Nous n'insistons pas; mais, en raison de ce léger écart, nous avons préféré adopter le nombre déduit du poids de l'acide carbonique : soit 505,6 à volume constant et 507,0 à pression constante.

» Formation par les éléments : $-17^{\text{Cal}},1$.

» Ces nombres comportent diverses vérifications, qu'il est utile de signaler.

» 16. Comparons d'abord les *corps homologues*.

	Chaleur de combustion.		Chaleur de formation.	
Formène : CH^4......	213,5	158,8	+18,7	+4,6
Éthane : C^2H^6.......	372,3		+23,3	
		156,1		+7,2
Propane : C^3H^8......	528,4		+30,5	
Éthylène : C^2H^4.....	341,2	158,1	−14,6	+5,2
Propylène : C^3H^6....	499,3		−9,4	
Triméthylène : C^3H^6..	507,0		−17,1	
Acétylène : C^2H^2.....	315,5	158,1	−58,1	+5,5
Allylène : C^3H^4......	473,6		−52,6	

» D'après ces nombres, la différence des chaleurs de combustion des carbures homologues est sensiblement constante et voisine de 157 qui représente la différence moyenne des corps homologues, ainsi que M. Berthelot l'a montré en 1865 (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 345) : tous les observateurs subséquents ont confirmé ce nombre.

» La différence des chaleurs de formation, qui en est corrélative, croît pareillement et à peu près régulièrement de 5,5 unités environ.

» On pourrait donc établir les formules suivantes, applicables aux carbures gazeux de constitution similaire.

	Chaleur de combustion à pression constante.	Chaleur de formation (C diamant, H gazeux.)
Carbures forméniques : $C^{n+1}H^{2(n+1)+2}$.	$213,5 + 157,5n$	$+ 18,7 + 5,5n$
Carbures éthyléniques : $C^{n+2}H^{2(n+2)}$...	$341,2 + 157,5n$	$- 14,6 + 5,5n$
Carbures acétyléniques : $C^{n+2}H^{2n}$.....	$315,5 + 157,5n$	$- 58,1 + 5,5n$

» 17. Soit maintenant le changement d'un carbure en son hydrure, avec diminution régulière de la capacité de saturation (c'est-à-dire des liaisons).

		Cal
Premier degré...	$C^2H^2 + H^2 = C^2H^4$..........................	+ 43,5
	$C^3H^4 + H^2 = C^3H^6$ (propylène).............	+ 43,2
Deuxième degré.	$C^2H^4 + H^2 = C^2H^6$..........................	+ 37,9
	$C^3H^6 + H^2 = C^3H^8$..........................	+ 39,9

» Ce sont encore là des relations très régulières et qui témoignent de la précision des expériences.

» On voit, en outre, que la seconde hydrogénation dégage un peu moins de chaleur que la première. Les données sont trop peu nombreuses pour qu'il soit permis de généraliser les relations correspondantes, étant donnée la complexité de constitution croissante des carbures d'hydrogène.

» C'est ce que montre tout d'abord l'étude du triméthylène. Ce carbure n'appartient évidemment pas à la série homologue de l'éthylène : aussi les chimistes ont-ils cru devoir le regarder comme répondant au type cyclique

$$\begin{array}{c} CH^2 - CH^2 \\ \diagdown CH^2 \diagup \end{array}$$

prévu par les formules atomiques. Mais sa constitution véritable ne paraît pas d'accord avec une semblable formule.

» D'après cette formule, en effet, le triméthylène devrait être un carbure relativement saturé, comparable au triacétylène, c'est-à-dire à la benzine, sauf les doubles liaisons de celle-ci

$$\begin{array}{c} C^2H^2 = C^2H^2. \\ \diagdown\!\!\diagdown C^2H^2 \diagup\!\!\diagup \end{array}$$

Or la saturation interne qui répond aux liaisons de la benzine et à la polymérisation expérimentale de l'acétylène a pour effet de diminuer l'énergie intérieure du système, dans une proportion considérable, de façon à en réduire la chaleur de combustion, ainsi qu'il a été démontré par l'un de

nous, par l'étude thermique comparative de la benzine, du dipropargyle et de l'acétylène.

» Le triméthylène, au contraire, a une chaleur de combustion supérieure de $7^{Cal},7$ à son isomère, le propylène normal; c'est-à-dire qu'il possède une énergie interne supérieure. Sa transformation directe en éthers propyliques normaux est également imprévue, et peu compatible avec la théorie cyclique. Nous comptons revenir sur l'examen de ce corps.

» Mais nous croyons utile de signaler une confirmation indirecte de la chaleur de formation du triméthylène, d'après celle de son dérivé bichloré : nous répondons ainsi à une demande qui nous a été faite l'an dernier par M. Bruhl, lorsqu'il nous adressa un échantillon du triméthylène bichloré de M. Gustavson. D'après nos mesures (*Ann. de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXVIII, p. 571),

$$C^3 \text{ diamant} + H^4 + Cl^2 = C^3H^4Cl^2 \text{ liq. dégage} \ldots\ldots\ldots + 4^{Cal},3.$$

» Pour le corps gazeux, on aurait un chiffre voisin de -3^{Cal}. On déduit de là que la substitution de Cl^2 à H^2, dans le carbure générateur, dégagerait, tous corps gazeux, par équivalent de chlore substitué, environ $-3,0 + 17,1 = +14,1$; soit $+7,05 \times 2$.

» Ce nombre est du même ordre de grandeur que les substitutions opérées soit dans le formène, soit dans l'acide acétique (1). Par exemple, les substitutions chlorées dans le formène, tous corps gazeux, dégagent pour Cl substitué à H : $+10,3$; Cl^2 à H^2 : $+7,1 \times 2$; Cl^3 à H^3 : $+9,3 \times 3$; Cl^4 substitué à H^4 : $+12,5 \times 4$.

» La substitution dans le triméthylène a donc lieu avec la perte d'énergie normale dans la série méthylique, la constitution singulière du triméthylène subsistant dès lors dans ses dérivés. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la fonction modulaire* $\chi\omega$.
Note de M. A. Cayley.

« Selon les notations usitées, on a

$$\chi\omega = \sqrt[12]{kk'} = 2^{\frac{1}{6}} q^{\frac{1}{24}} \div 1 + q.1 + q^3.1 + q^5 \ldots;$$

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXVIII, p. 570.

or, d'après une transformation trouvée par M. Glaisher, on a

$$\frac{1}{1+q}+\frac{3q^2}{1+q^3}+\frac{5q^4}{1+q^5}+\ldots=\frac{1+q^2}{(1-q^2)^2}-\frac{q(1+q^4)}{(1-q^4)^2}+\frac{q^2(1+q^6)}{(1-q^6)^2}-\ldots,$$

et de là, en intégrant,

$$\log 1+q\,.\,1+q^3\,.\,1+q^5\ldots=\frac{q}{1-q^2}-\frac{1}{2}\frac{q^2}{1-q^4}+\frac{1}{3}\frac{q^3}{1-q^6}-\ldots,$$
$$=-\frac{1}{q-q^{-1}}+\frac{1}{2}\frac{1}{q^2-q^{-2}}-\frac{1}{3}\frac{1}{q^3-q^{-3}}+\ldots;$$

donc

$$\chi\omega=2^{\frac{1}{6}}q^{\frac{1}{24}}\exp.\left(\frac{1}{q-q^{-1}}-\frac{1}{2}\frac{1}{q^2-q^{-2}}+\frac{1}{3}\frac{1}{q^3-q^{-3}}-\ldots\right),$$

ou, en écrivant $q=e^{i\pi\omega}$,

$$\chi\omega=2^{\frac{1}{6}}\exp.\left[\frac{i\pi\omega}{24}+\frac{1}{2i}\left(\frac{1}{\sin\pi\omega}-\frac{1}{2\sin 2\pi\omega}+\frac{1}{3\sin 3\pi\omega}-\ldots\right)\right],$$
$$=2^{\frac{1}{6}}\exp.\left[\frac{i\pi\omega}{24}-\frac{1}{2i}\sum_n\frac{\cos n\pi}{n\sin n\pi\omega}\right],\qquad n=1 \text{ jusqu'à } n=\infty,$$

forme qui met en évidence l'équation $\chi(\omega+2)=\chi\omega$.

» Mais nous avons

$$\frac{1}{n\sin n\pi\omega}=\frac{1}{n^2\pi\omega}+\frac{1}{\pi}\sum_m\frac{\cos m\pi}{n(n\omega-m)},$$
$$m=1 \text{ jusqu'à } m=+\infty \qquad \text{et} \qquad m=-1 \text{ jusqu'à } m=-\infty.$$

» On a, dans les parenthèses, d'abord les termes

$$\frac{1}{2i}\frac{1}{\pi\omega}\left(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{2^2}+\frac{1}{3^2}-\ldots\right),\qquad =\frac{1}{2i}\frac{1}{\pi\omega}\cdot\frac{\pi^2}{12},\qquad =-\frac{\pi i}{24\omega},$$

et l'expression de $\chi\omega$ devient ainsi

$$\chi\omega=2^{\frac{1}{6}}\exp.\left[\frac{i\pi\omega}{24}-\frac{i\pi}{24\omega}+\frac{i}{2\pi}\sum_n\sum_m\frac{\cos n\pi\cos m\pi}{n(n\omega-m)}\right],$$

ou, ce qui est plus commode,

$$\chi\omega=2^{\frac{1}{6}}\exp.\left[\frac{i\pi\omega}{24}-\frac{i\pi}{24\omega}+\frac{i}{2\pi}(S_1-S_2-S_3+S_4)\frac{1}{n(n\omega-m)}\right],$$

où les signes sommatoires $S=\Sigma_n\Sigma_m$ se rapportent : S_1 aux valeurs impaires de m et n; S_2 aux valeurs impaires de m et paires de n; S_3 aux valeurs paires de m et impaires de n; S_4 aux valeurs paires de m et n. En omettant

l'expression $\frac{1}{n(n\omega - n)}$ du terme sommé, on peut considérer S_1, S_2, S_3, S_4 comme dénotant les quatre sommes dont il s'agit.

» Considérons d'abord S_4 ; en supposant que m', n' soient l'un ou l'autre ou tous les deux impairs, on peut donner à m, n les valeurs $2m'$, $2n'$; $4m'$, $4n'$; $8m'$, $8n'$; ... ; on obtient

$$S_4 = (S_1 + S_2 + S_3)\left(\frac{1}{2^2} + \frac{1}{4^2} + \frac{1}{8^2} + \ldots\right) = \frac{1}{3}(S_1 + S_2 + S_3),$$

et le terme $S_1 - S_2 - S_3 + S_4$ dans l'expression de $\chi\omega$ devient ainsi

$$= \tfrac{4}{3}S_1 - \tfrac{2}{3}S_2 - \tfrac{2}{3}S_3.$$

» Dans S_1, S_2, ou S_3, en supposant que m', n' dénotent des nombres relativement premiers, on peut donner à m, n les valeurs m', n' ; $3m'$, $3n'$; $5m'$, $5n'$; ... : on obtient ainsi, pour chacune de ces sommes,

$$S = S\left(\frac{1}{1^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{5^2} + \ldots\right) = \frac{\pi^2}{8}S,$$

où, au côté droit, m et n sont des nombres relativement premiers; le terme devient ainsi

$$\frac{\pi^2}{8}\left(\frac{4}{3}S_1 - \frac{2}{3}S_2 - \frac{2}{3}S_3\right) = \frac{\pi^2}{6}\left(S_1 - \frac{1}{2}S_2 - \frac{1}{2}S_3\right),$$

et nous avons

$$\chi\omega = 2^{\frac{1}{6}}\exp.\left[\frac{i\pi\omega}{24} - \frac{i\pi}{24\omega} + \frac{i\pi}{12}\left(S_1 - \frac{1}{2}S_2 - \frac{1}{2}S_3\right)\frac{1}{n(n\omega - m)}\right].$$

» Je m'arrête pour remarquer que cette expression s'accorde parfaitement avec des résultats trouvés par M. Dedekind (*Œuvres de Riemann*, Leipzig, 1876; p. 447). En effet, en donnant à ω la valeur $\omega = \frac{m}{n} + i\alpha$, α une valeur positive très petite, M. Dedekind trouve les valeurs de $\log k$ et $\log k'$; en ajoutant ces valeurs et en ne faisant attention qu'aux termes qui deviennent infinis pour $\alpha = 0$, on a

$\log kk' = 12\log\chi\omega = \quad 24A$, $\quad$ m et n tous les deux impairs;

$\log kk' = 12\log\chi\omega = -12A$, $\quad$ m et n l'un impair, l'autre pair.

» Ici $A = \frac{\pi i}{24n(n\omega - m)}$, et les valeurs de $\log\chi\omega$ sont ainsi $\frac{i\pi}{12}\frac{1}{n(n\omega - m)}$ et $-\frac{i\pi}{24}\frac{1}{n(n\omega - m)}$ respectivement.

» Dans l'expression de $\chi\omega$, il convient de réunir les termes qui correspondent aux valeurs $-m$, $+m$, c'est-à-dire au lieu de $\frac{1}{n(n\omega - m)}$, on doit écrire

$$\frac{1}{n}\left(\frac{1}{n\omega - m} + \frac{1}{n\omega + m}\right) = \frac{2\omega}{n^2\omega^2 - m^2};$$

on a ainsi finalement

$$\chi\omega = 2^{\frac{1}{6}} \exp.\left[\frac{i\pi\omega}{24} - \frac{i\pi}{24\omega} + \frac{i\pi}{6}\left(S_1 - \frac{1}{2}S_2 - \frac{1}{2}S_3\right)\frac{\omega}{n^2\omega^2 - m^2}\right],$$

où je rappelle que m et n sont des nombres positifs relativement premiers, et que les signes sommatoires S_1, S_2, S_3 se rapportent, S_1 aux valeurs impaires de m et n, S_2 aux valeurs impaires de m et paires de n, S_3 aux valeurs paires de m et impaires de n.

» Écrivant $-\frac{1}{\omega}$ au lieu de ω, le terme $\frac{\omega}{n^2\omega^2 - m^2}$ auquel se rapportent les sommations se change en $\frac{\omega}{m^2\omega^2 - n^2}$; on peut échanger les lettres m et n, et l'expression de $\chi\left(-\frac{1}{\omega}\right)$ devient ainsi identiquement celle de $\chi\omega$, c'est-à-dire la forme met en évidence la relation $\chi\left(-\frac{1}{\omega}\right) = \chi\omega$.

» Il y a cependant, dans cette analyse et par rapport à l'échange des lettres m et n, une difficulté qu'il convient d'écarter. Dans la formule

$$\frac{1}{\sin x} = \frac{1}{x} = \sum_m \frac{\cos m\pi}{x - m\pi} \qquad (m = 1 \text{ jusqu'à } +\infty \text{ et } -1 \text{ jusqu'à } -\infty)$$

qui donne lieu à

$$\frac{1}{n\sin^2 n\pi\omega} = \frac{1}{n^2\pi\omega} + \frac{1}{\pi}\sum_m \frac{\cos m\pi}{n(n\omega - m)},$$

il est nécessaire que la variable x ait une valeur finie ou au moins infiniment petite par rapport aux valeurs extrêmes de m; ainsi, en écrivant pour x la valeur $n\pi\omega$, les valeurs extrêmes de n doivent être infiniment petites par rapport à celles de m, et la somme que nous avons dénotée simplement par $\sum_n \sum_m \frac{1}{n(n\omega - m)}$ signifie réellement $\sum_n^{\nu} \sum_m^{\mu} \frac{1}{n(n\omega - m)}$, savoir les limites pour n sont 1, ν et pour m ces limites sont -1, $-\mu$ et $+1$, $+\mu$ où μ et ν sont des nombres infiniment grands, mais $\frac{\mu}{\nu} = \infty$, ou, ce qui est la même chose, la somme est $\sum_n^{\nu} \sum_m^{\infty} \frac{1}{n(n\omega - m)}$, où ν est un

très grand nombre qui devient enfin $= \infty$. En réunissant les termes pour m et $-m$, la somme à considérer est $\sum_n^{\nu} \sum_m^{\infty} \frac{1}{n^2\omega^2 - m^2}$, et il s'agit de faire voir qu'il est permis de substituer pour cela la somme

$$\sum_n^{\nu} \sum_m^{\nu} \frac{1}{n^2\omega^2 - m^2} \qquad (\nu = 1 \text{ à } \nu = \infty).$$

La différence des deux expressions est une somme double $n = 1$ jusqu'à $n = \nu$ et $m = \nu + 1$, jusqu'à $m = \infty$, savoir cette somme est égale à

$$\begin{aligned} \cos\nu\pi \Big\{ & + \left[\frac{1}{\omega^2 - (\nu+1)^2} - \frac{1}{\omega^2 - (\nu+2)^2} + \frac{1}{\omega^2 - (\nu+3)^2} - \ldots\right] \\ & - \left[\frac{1}{4\omega^2 - (\nu+1)^2} - \frac{1}{4\omega^2 - (\nu+2)^2} + \frac{1}{4\omega^2 - (\nu+3)^2} - \ldots\right] \\ & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ & - \cos\nu\pi \left[\frac{1}{\nu^2\omega^2 - (\nu+1)^2} - \frac{1}{\nu^2\omega^2 - (\nu+2)^2} + \frac{1}{\nu^2\omega^2 - (\nu+3)^2} - \ldots\right] \Big\}, \end{aligned}$$

laquelle somme (sauf pour une valeur imaginaire $\omega = \frac{m}{n} + i\alpha$, α positif) devient aussi petite que l'on veut en donnant à ν une valeur suffisamment grande; c'est-à-dire qu'on peut négliger cette différence et ainsi considérer la somme $\sum_n \sum_m \frac{1}{n(n\omega - m)}$ dont je me suis servi dans l'investigation comme ayant pour n et pour les valeurs positives ou négatives de m les mêmes limites $1, \nu$ ($\nu = \infty$).

» La forme trouvée pour $\chi\omega$ met en évidence que $\omega = 0$, $\omega = \infty$ et $\omega = \pm \frac{m}{n}$ sont des valeurs essentiellement singulières pour la fonction. »

OPTIQUE. — *Étude photographique de quelques sources lumineuses;* par M. **A. Crova**.

« On sait que l'action photochimique exercée sur la rétine est analogue à celle qui se produit sur les plaques photographiques, et qu'elle subit comme elle des variations du même ordre que celles que l'on constate lorsqu'on fait varier le temps d'exposition depuis une limite inférieure nécessaire à l'impression jusqu'à des valeurs considérables.

» La première application de la Photographie à la Photométrie fut faite

par MM. Fizeau et Foucault; plus récemment, M. Janssen a utilisé les principes qu'il a établis à ce sujet, pour obtenir ses admirables photographies qui donnent les détails les plus délicats de la structure de la photosphère. Une étude du même genre, faite sur les sources de lumière employées soit pour l'éclairage, soit comme étalon photométrique, permet d'arriver à des résultats qui peuvent être de quelque intérêt au point de vue de la précision des méthodes photométriques.

» Prenons comme exemple la flamme de l'étalon carcel; une photographie amplifiée de cette flamme, obtenue sur des plaques au gélatino-bromure d'argent paraît, même avec une pose assez courte, d'un éclat sensiblement uniforme en tous ses points : c'est l'impression que reçoit l'œil quand il regarde cette flamme sans prendre aucune précaution pour en atténuer l'éclat.

» Mais si, avec M. Janssen, nous diminuons graduellement le temps de pose jusqu'au minimum nécessaire pour l'impression, nous voyons apparaître un contraste de plus en plus accusé dans l'éclat de ses diverses parties.

» Une durée minima de pose, un développement lent suivi du renforçage du négatif, le tirage des positifs poussé très loin, telles sont les conditions nécessaires pour mettre en évidence l'inégalité de composition des diverses parties de la flamme.

» Les quatre photographies de la flamme du carcel que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie ont été obtenues avec une certaine amplification, un objectif diaphragmé et un obturateur à détente permettant d'obtenir des durées variables, mais très petites de pose.

» Dans les circonstances les plus favorables, l'axe de la flamme paraît sombre, et son éclat augmente vers les bords; la zone de combustion, comprise entre un cylindre de diamètre un peu inférieur à celui de la mèche et un tronc de cône extérieur, présente deux lignes très lumineuses qui sont les surfaces de combustion vive externe et interne des gaz hydrocarburés, comprenant une ligne sombre correspondant à l'espace intermédiaire où la combustion est encore incomplète; on a ainsi la projection sur un plan diamétral des intensités correspondant aux divers points de la flamme.

» Les deux photographies de la flamme d'une bougie obtenues dans les mêmes conditions contiennent six images correspondant à des poses de plus en plus réduites; elles montrent que l'éclat de la flamme augmente à mesure qu'on se rapproche du sommet, l'axe étant toutefois bien moins

lumineux que les bords; avec les durées minima de pose, l'impression se réduit à deux lignes convergentes qui sont la projection sur un plan diamétral des intensités relatives de la surface conique de combustion vive.

» Les photographies de l'étalon à l'acétate d'amyle et celle des becs de gaz conduisent à des résultats analogues; la photographie jointe à cette Note est celle d'un bec papillon.

» Il est bon de s'assurer préalablement de l'homogénéité de la couche sensible en poussant très loin le développement d'une plaque exposée un temps très court à un champ lumineux faible et uniforme; on doit observer dans ces conditions une teinte bien égale.

» La photographie des pointes de charbon entre lesquelles éclate l'arc voltaïque présente plus de difficultés :

» Je me suis servi d'un régulateur Serrin dont les charbons ont 12^{mm} de diamètre; le charbon positif est excentré de manière à présenter obliquement le cratère à l'objectif photographique; le courant fourni par une batterie de 40 gros accumulateurs était de 17 ampères avec une différence de potentiel aux bornes de 45 volts; l'amplification était d'environ dix diamètres, l'objectif très fortement diaphragmé et la détente très rapide.

» Avec la durée maxima de détente (une petite fraction de seconde), le charbon positif présente une large surface éclatante, d'aspect uniforme; l'arc est aussi très lumineux, mais permet de voir les contours du charbon positif; le charbon négatif a un éclat beaucoup moindre et son extrémité seule est visible.

» Les cinq photographies jointes à cette Note montrent les variations d'aspect à mesure que le temps de pose tend vers zéro.

» Le temps de pose diminuant, l'arc s'affaiblit; le cratère présente une plaque plus sombre donnant l'impression du relief de son contour; la plage lumineuse devient de plus en plus sombre à mesure qu'on se rapproche de ses bords.

» Enfin, vers la limite de l'impression, l'arc apparaît à peine; le charbon négatif se réduit à une très petite surface, mais la plage positive présente, indépendamment de la cavité moins lumineuse du cratère et de la région plus sombre des bords, une surface criblée de taches sombres et comme granulée, analogue à celle du disque solaire, et met ainsi en évidence l'éclat très inégal de ses divers points. Sur la glace dépolie, à condition d'affaiblir l'éclat de la projection, on voit ces taches sombres animées d'un mouvement analogue à celui du grésillement d'une surface en l'état de combustion inégale en ses divers points.

» L'éclat de la plage lumineuse du charbon positif est donc loin d'être uniforme, et présente des variations, non seulement d'un point à l'autre, mais aussi successivement pour un même point.

» Il me paraît résulter de l'examen de ces photographies qu'il n'est pas plus permis de diaphragmer l'image de la partie incandescente du charbon positif qu'il ne serait permis de le faire pour l'image d'une flamme quelconque ou celle du disque solaire; la proportionnalité qu'un simple examen à l'œil nu paraît admettre entre la surface et la quantité de lumière émise résulte de l'imperfection de nos organes et du trop grand éclat de la source lumineuse.

» Il n'est permis de diaphragmer une surface lumineuse dans le but de réduire les quantités de lumière proportionnellement aux surfaces que si, photographié avec la durée limite de pose, l'éclat du champ photographique est rigoureusement uniforme.

» Pratiquement, je ne connais qu'une seule sorte de surface lumineuse satisfaisant à cette condition : c'est celle d'un verre finement dépoli ou d'un écran diffusant homogène placé dans un champ lumineux uniforme; ici encore la Photographie intervient utilement pour déterminer le choix de cet écran; on le photographie avec la durée limite de pose et il doit donner un champ photographique constant; on est ainsi conduit à rejeter des écrans homogènes seulement en apparence. Un pareil champ peut être diaphragmé sans cause d'erreur dans les déterminations photométriques; on voit qu'il est loin d'en être de même pour les autres sources de lumière; il y a plus : diaphragmer une flamme, c'est altérer sa teinte; j'ai fait voir, en effet, que la composition de la lumière émise par les divers points d'une flamme varie avec leur température; si donc l'on compare photométriquement deux lumières, on doit les employer en totalité, en les plaçant à une distance telle que l'angle sous-tendu par leur plus grande dimension soit assez faible pour que l'on puisse appliquer sans erreur la loi de l'inverse du carré des distances; c'est le seul cas où, abstraction faite de leur différence de teinte, elles soient rigoureusement comparables. »

PALÉONTOLOGIE. — *Présentation d'une monographie iconographique du* Bubalus antiquus *Duvernoy;* par M. A. **Pomel.**

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie du premier exemplaire d'une monographie iconographique, dont le sujet est un buffle fossile

trouvé en Algérie dans les terrains quaternaires les plus récents, signalé et nommé, dès 1851, par le professeur Duvernoy.

» C'est la première monographie d'une série destinée à faire connaître un certain nombre de vertébrés des derniers temps géologiques, qui ont constitué des faunes bien remarquables par les caractères et les affinités de leurs espèces, les unes éteintes, les autres émigrées, mêlées à d'autres encore vivantes dans la contrée. L'ordre dans lequel elles paraîtront n'est pas réglé par la classification méthodique, mais déterminé par celui de la découverte des matériaux et de leur élaboration; elles seront donc indépendantes et chacune d'elles formera une unité complète.

» Mon choix, pour le début, a porté sur le buffle antique, parce que c'est l'animal le mieux connu, dont on possède presque tout le squelette dans un état remarquable de préservation et parce qu'il présente des particularités d'organisation, qui en font dans son groupe zoologique une espèce très spécialisée, dont il y avait intérêt à faire connaître avec détails tous les caractères pour permettre de distinguer ses ossements de ceux des bœufs avec lesquels on les trouve mélangés dans leurs gisements.

» Le *Bubalus antiquus* était un grand animal; il avait 3^m de longueur de corps du bout du museau à l'origine de la queue, $1^m,80$ au moins au garrot et $1^m,70$ à la croupe; un avant-train d'une puissante musculature, à en juger par le volume des os et les fortes attaches tendineuses; des cornes d'arni par leur extrême allongement, mais en croissant beaucoup plus ouvert, rejetées plus en dehors et moins couchées en arrière; l'œil à fleur presque caché sous les cornes; un chanfrein déprimé sous les yeux et un nez fortement busqué, tels sont les traits les plus saillants de sa physionomie.

» Mais nous avons plus que la restauration de sa charpente osseuse; nous pouvons reproduire dans notre iconographie des portraits de l'animal, tracés par les hommes de son époque sur des surfaces abruptes de rochers, où ils ont résisté à toutes les injures du temps. Ces images sont gravées en traits profonds et très nets, dont l'exécution avec les outils de l'époque a dû être longue et pénible, et témoigne d'une certaine habileté artistique. Il est incontestable qu'elles sont très imparfaites en thèse absolue; l'ignorance de la perspective, la nature gréseuse du fond sur lequel étaient tracés les tableaux, étaient loin de permettre une représentation exacte. Mais il m'a paru possible que les naturalistes en tirent un bon parti pour la reconstitution des faunes préhistoriques.

» Ces images rupestres étaient connues depuis assez longtemps déjà;

mais on n'en possédait encore que des croquis, relevés à la hâte et souvent imparfaits. Le service de la Carte géologique de l'Algérie a jugé qu'il pouvait être utile de recueillir ces précieux documents par les procédés exacts de la Photographie, et a chargé de cette mission M. Flamaud, collaborateur de cette Carte, qui devait aller faire des relèvements géologiques dans cette région des *Pierres écrites*, comme disent les indigènes. La moisson a été importante et, pour donner une idée de leur facture, j'ai reproduit sur la planche X de la monographie les images photographiées de plusieurs sujets du *Bubalus antiquus*.

» L'examen de ces dessins ne pourra laisser aucun doute sur l'identité de l'animal dont nous avons décrit le squelette avec celui que représentent ces images, quoique relativement très défectueuses. On y apprend, en outre, que l'étui corné des appendices frontaux était, sur les deux tiers environ de sa partie inférieure, annelé fortement de plis qui n'ont laissé aucune trace sur la cheville osseuse. Le garrot était fortement voûté, derrière une puissante encolure sans fanon, terminée par une tête inclinée et basse comme chez les buffles actuels. La face était fortement busquée au devant d'une dépression transversale à la hauteur des yeux et le mufle était singulièrement développé; ce qui, avec une ganache barbue, devait donner à la bête une singulière physionomie de férocité.

» Il y a déjà longtemps que les recherches préhistoriques ont mis la Science en possession de documents analogues sur les formes extérieures de plusieurs des espèces éteintes des faunes néolithiques de l'Europe; les stations de l'Aquitaine sont devenues, à juste titre, célèbres à cet égard. Mais ces analogies sont bien lointaines et elles ne présentent de caractère commun que d'avoir constitué les premières manifestations du sentiment artistique sous forme spéciale à chacune de ces régions, sans qu'on puisse rien en déduire relativement au degré de parenté de ces races.

» En Berbérie on n'a point encore recueilli de documents qui puissent permettre d'établir les caractères ethniques de ces anciens artistes et de les comparer aux races qui leur ont succédé dans le nord de l'Afrique; tout ce que nous savons, c'est qu'ils étaient très platycnémiques, dolichocéphales, avec un front très surbaissé et peu fuyant. Après eux, une race probablement différente, qu'on peut supposer prælybienne, a couvert les mêmes surfaces rocheuses d'autres dessins superficiellement gravés, d'un caractère enfantin et au mépris des ressemblances, mélangés à des caractères variés et inconnus, dont quelques-uns cependant rappellent les lettres de l'alphabet timachck ou mazique. Il ne me paraît pas qu'il ait pu

y avoir quelque chose de commun entre ces deux races, dont la dernière venue était incontestablement inférieure à l'autre.

» Parmi les animaux représentés sur ces tableaux rupestres anciens, il en est dont les ossements ont été également trouvés dans les terrains quaternaires et qui ont maintenant disparu; ils n'ont pu le faire cependant que dans les temps historiques; tel entre autres le singulier bœuf indiqué par Hérodote (Livre IV, CLXXXIII) chez les Garamantes sous le nom d'*Opisthonome*, qui broute à reculons parce que ses cornes sont dirigées vers le sol. Cet animal, fréquent dans les stations préhistoriques et paraissant éteint aujourd'hui, figure fréquemment sur les tableaux rupestres, et il devait encore vivre du temps de Hérodote.

» Les *Catoblepas*, antilopiens confinés aujourd'hui dans l'Afrique du sud, sont représentés dans nos gisements quaternaires récents; ils figurent aussi parmi les sujets des tableaux rupestres; si donc des auteurs anciens comme Pline en ont parlé, c'est qu'ils existaient encore à leur époque ou qu'ils leur étaient connus de tradition récente. On voit, par ces exemples, combien de lumière peut être jetée sur ces questions de modifications de faunes par l'étude de ces primitives représentations. J'aurai l'occasion d'y revenir dans les monographies qui suivront celle-ci, à d'aussi courts intervalles que possible. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, en remplacement de feu M. *de Candolle*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 50,

M. Nordenskiold obtient.	34 suffrages.
M. Newcomb	12 »
M. Weierstrass	4 »

M. **Nordenskiold**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Villard** adresse une Note « Sur une méthode de graduation des manomètres. »

(Commissaires : MM. Fizeau, Cornu.)

M. **Alfred Basin** soumet au jugement de l'Académie une Note « Sur l'éclairage automatique et de longue durée des bouées en mer. »

(Renvoi à la Section de Navigation.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° Un Ouvrage ayant pour titre : « Les Alpes françaises », par M. *Albert Falsan*, avec la collaboration de MM. *de Saporta*, *A. Magnin*, *Cl. Rey*, *C. Chantre* et *A. Locard*. (Présenté par M. Gaudry.)

2° « Traité des gîtes minéraux et métallifères; recherches, étude et conditions d'exploitation des minéraux utiles; description des principales mines connues, usage et statistique des métaux. Cours de Géologie appliquée de l'École supérieure des Mines », par *Ed. Fuchs* et *L. de Launay*. (Présenté par M. Daubrée.)

M. **André**, directeur de l'observatoire de Lyon, a fait remarquer, dans une Note envoyée à l'Académie, que le ligament noir observé à Joal entre le bord de la Lune et les taches du Soleil a été vu pour la première fois à Lyon le 17 mai 1882 par MM. Gonnessiat et Marchand lors d'une éclipse partielle du Soleil.

M. André a donné l'explication de ce phénomène; elle est insérée dans le volume XCIV des *Comptes rendus*, p. 1401.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une classe de surfaces à génératrices rationnelles*. Note de M. **G. Humbert**, présentée par M. Darboux.

« Si l'on a, sur une courbe algébrique, une série de groupes de n points telle que chaque groupe soit déterminé d'une manière unique et sans ex-

ception quand on s'en donne k points, on dit que ces groupes forment une *involution* d'ordre n et d'espèce k.

» Une involution est dite *rationnelle* quand ses groupes sont ceux que découpent, sur la courbe considérée, des courbes algébriques appartenant à un même système linéaire.

» On peut établir que les involutions dont l'espèce surpasse un sont : 1° ou des involutions dont l'espèce est égale à l'ordre, c'est-à-dire dont chaque groupe est formé par n points arbitraires de la courbe fixe; 2° ou des involutions rationnelles.

» Les involutions non rationnelles (dont l'espèce est inférieure à l'ordre) sont d'après cela d'espèce un; si une courbe C admet une involution de cette nature, elle est liée à une courbe de genre inférieur C' de telle sorte qu'à un point de C corresponde un point de C' et qu'à un point de C' correspondent n points de C : les groupes de n points ainsi définis sur C forment l'involution.

» Cela posé, soit S une surface algébrique sur laquelle existe une série simplement infinie de courbes unicursales d'ordre N, se coupant deux à deux en un point mobile. A chaque courbe unicursale, on peut faire correspondre un point d'une courbe algébrique, C, et réciproquement. Les points de C qui correspondent aux courbes unicursales passant par un même point de S forment évidemment sur C les groupes d'une involution d'espèce deux; cette involution est donc rationnelle ou d'ordre deux. Si elle est rationnelle, ses groupes sont découpés sur C par un système linéaire de courbes dont l'équation renferme linéairement deux paramètres, λ et μ; on peut donc dire qu'à un système de valeurs de λ, μ correspond un groupe de l'involution et par suite un point de S, et réciproquement. La surface S est donc représentable point par point sur le plan.

» Si l'involution est d'ordre et d'espèce deux, à un point de S correspondent deux points de la courbe C, et réciproquement; si l'un des deux points de C est fixe, le point correspondant décrit, sur S, une courbe unicursale, et, par suite, la courbe C est elle-même unicursale. Si donc on désigne par t_1 et t_2 les arguments de deux points de C, et si l'on pose $t_1 + t_2 = \lambda$, $t_1 t_2 = \mu$, on voit qu'à chaque système de valeurs de λ, μ correspond un point de la surface S, et réciproquement, ce qui donne la même conclusion que plus haut.

» En étudiant de plus près le mode de représentation de S sur le plan, on arrive, dans tous les cas, à cette proposition :

» *Si l'on peut tracer sur une surface algébrique une série simplement infinie de courbes unicursales, de même ordre,* N, *se coupant deux à deux en un point*

mobile, la surface est représentable point par point sur le plan. Elle admet une série linéaire doublement infinie de courbes unicursales d'ordre N *se coupant deux à deux en un point, et dont fait partie la série primitive; ces courbes ont pour images les droites du plan, et les sections planes de la surface ont pour images des courbes quelconques d'ordre* N.

» L'ordre de la surface est donc inférieur à N^2. Pour le cas de $N = 2$, on a le théorème suivant :

» *Toute surface sur laquelle on peut tracer une série simplement infinie de coniques, de telle sorte qu'il passe plus d'une conique de la série par chaque point de la surface, est une surface de Steiner ou une dégénérescence de cette surface.*

» On peut déduire du théorème général que toute surface engendrée par une série de courbes unicursales de même ordre, se coupant deux à deux en k points mobiles, est *rationnelle*, c'est-à-dire que les coordonnées d'un de ses points sont des fonctions rationnelles de deux paramètres.

» D'ailleurs on établit directement que cette surface est représentable point par point sur le plan dans le cas où les courbes unicursales génératrices n'ont pas de point singulier mobile, en dehors des lignes multiples de la surface; par exemple toute surface engendrée par des cubiques gauches, se coupant deux à deux en un ou plusieurs points, est représentable point par point. Des considérations d'une autre nature permettent d'obtenir le mode de représentation : ainsi la surface engendrée par des cubiques gauches se coupant deux à deux en k points ($k \geqq 2$ et $k \leqq 4$) est la surface réglée unicursale d'ordre $6 - k$. Si k dépasse 4, la surface n'existe pas. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur quelques surfaces avec plusieurs modes de génération.* Note de M. G. SCHEFFERS, présentée par M. Darboux.

« Un des problèmes les plus intéressants de la théorie des surfaces a une connexion très étroite avec une question de la théorie des systèmes de nombres complexes. C'est le problème suivant :

» *Trouver toutes les surfaces qui peuvent être engendrées par le mouvement de translation d'une courbe c et aussi par le mouvement de translation d'une autre courbe c'.*

» Il faut ajouter, il est vrai, que chaque surface engendrée par le mouvement de translation d'une courbe c admet d'elle-même une deuxième génération de même nature, parce que tous les points de c ont des trajec-

toires congruentes et de même position dans l'espace. Dans le problème énoncé il est bien entendu que la courbe c' ne doit pas être une de ces trajectoires.

» Le problème a été entièrement résolu par M. Sophus Lie, mais la solution n'est pas encore publiée. Je me borne à dire que l'éminent géomètre résout le problème au moyen d'intégrales abéliennes relatives aux points d'intersection d'une courbe de quatrième degré avec une droite mobile. M. Lie, lui-même, a remarqué quelquefois que l'introduction de e^x, e^y, e^z comme coordonnées au lieu des coordonnées ordinaires x, y, z conduit à un autre système intéressant. Dans le problème énoncé, c'est le groupe de toutes les translations de l'espace qui joue le rôle dominant. Ici c'est le groupe xp, yq, zr.

» Maintenant je veux faire remarquer que ce groupe nouveau est celui d'un système (e_1, e_2, e_3) de nombres complexes dans lequel on a $e_i^2 = e_i$, $e_i e_k = 0$ $(i \neq k)$. Au lieu des translations dans le problème original, nous avons des transformations de ce nouveau groupe, et ce sont des multiplications par de certains nombres du système. Les ∞^1 translations infinitésimales auxquelles la courbe c était soumise sont donc remplacées par ∞^1 points d'une courbe dans l'espace du système.

» En généralisant cette considération, nous arrivons au problème suivant :

» *Étant donné un système de nombres complexes* $(e_1, \ldots, e_n)$, *trouver* $2n$ *courbes* $c_1, \ldots, c_n, \gamma_1, \ldots, \gamma_n$ *dans l'espace à* n *dimensions du système avec la propriété suivante : si l'on prend* n *points quelconques respectivement sur les* n *courbes* $c_1, \ldots, c_n$, *c'est-à-dire* n *nombres* $a_1, \ldots, a_n$, *il y a toujours* n *points* $\alpha_1, \ldots, \alpha_n$ *sur les* n *courbes* $\gamma_1, \ldots, \gamma_n$ *tels que le produit* $a_1 a_2 \ldots a_n$ *soit égal au produit* $\alpha_1 \alpha_2 \ldots \alpha_n$.

» Je veux montrer que ce problème est résolu pour chaque système *commutatif*. En effet, selon un théorème de M. Lie, on peut réduire chaque groupe simplement transitif de transformations échangeables à un groupe de translations. Nous revenons donc au problème des surfaces de translations douées de plusieurs modes de génération, généralisé pour un espace quelconque. Or, M. Lie a résolu aussi cette question. Par conséquent notre problème est résolu pour tous les systèmes dont la multiplicité est commutative. Dans le cas de trois unités, par exemple, il y a, outre le système déjà indiqué, trois autres systèmes commutatifs. Pour tous les trois notre problème est donc résolu.

» Il s'agit de le résoudre aussi pour les systèmes non commutatifs.

Bien entendu, il peut toujours être énoncé géométriquement, comme le problème des surfaces de translation. Pour trois unités il n'existe qu'un seul système non commutatif (e_1, e_2, e_3) où l'on a $e_1 e_2 = e_3 e_1 = e_1$, $e_2^2 = e_2$, $e_3^2 = e_3$, tandis que les autres produits sont nuls. Cela nous conduit au problème suivant :

» *Trouver* 4.3 *fonctions* A_i, B_i, C_i ($i = 1, 2, 3, 4$), A_i, B_i, C_i *dépendant d'une seule variable* t_i, *de telle manière que l'on puisse vérifier les équations*

$$(1) \quad \begin{cases} A_1(t_1)B_2(t_2) + A_2(t_2)C_1(t_1) = A_3(t_3)B_4(t_4) + A_4(t_4)C_3(t_3), \\ B_1(t_1)B_2(t_2) = B_3(t_3)B_4(t_4), \\ C_1(t_1)C_2(t_2) = C_3(t_3)C_4(t_4), \end{cases}$$

en considérant t_3 *et* t_4 *comme certaines fonctions de* t_1 *et* t_2.

» Le problème de M. Lie peut être exprimé par des formules plus simples :

$$(2) \quad \begin{cases} A_1(t_1)A_2(t_2) = A_3(t_3)A_4(t_4), \\ B_1(t_1)B_2(t_2) = B_3(t_3)B_4(t_4), \\ C_1(t_1)C_2(t_2) = C_3(t_3)C_4(t_4). \end{cases}$$

» On sait que l'on en connaît ∞^{12} solutions aussitôt que l'on en a une seule, parce que le plus grand groupe dans lequel le groupe xp, yq, zr est contenu comme sous-groupe invariant, a douze paramètres. Comme le problème (1) n'appartient pas à un seul groupe, mais aux deux groupes réciproques du système (e_1, e_2, e_3), la conclusion est un peu modifiée pour ce problème. On peut montrer ceci :

» *Si l'on connaît une solution du problème* (1), *on en connaît* ∞^{10}. *On les obtient en effectuant le groupe suivant*

$$A_1 \frac{\partial f}{\partial A_1} + C_1 \frac{\partial f}{\partial C_1}, \quad A_2 \frac{\partial f}{\partial A_2} + B_2 \frac{\partial f}{\partial B_2}, \quad B_1 \frac{\partial f}{\partial A_1}, \quad C_2 \frac{\partial f}{\partial A_2},$$

$$C_1 \frac{\partial f}{\partial A_1} - B_2 \frac{\partial f}{\partial A_2}, \quad B_1 \frac{\partial f}{\partial B_1}, \quad C_2 \frac{\partial f}{\partial C_2}, \quad C_1 \frac{\partial f}{\partial C_1} + B_2 \frac{\partial f}{\partial B_2},$$

$$\log B_1 \left(A_1 \frac{\partial f}{\partial A_1} + B_1 \frac{\partial f}{\partial B_1} + C_1 \frac{\partial f}{\partial C_1} \right) + \log B_2 \left(A_2 \frac{\partial f}{\partial A_2} + B_2 \frac{\partial f}{\partial B_2} + C_2 \frac{\partial f}{\partial C_2} \right),$$

$$\log C_1 \left(A_1 \frac{\partial f}{\partial A_1} + B_1 \frac{\partial f}{\partial B_1} + C_1 \frac{\partial f}{\partial C_1} \right) + \log C_2 \left(A_2 \frac{\partial f}{\partial A_2} + B_2 \frac{\partial f}{\partial B_2} + C_2 \frac{\partial f}{\partial C_2} \right),$$

sur A_1, B_1, C_1, A_2, B_2, C_2 *et en même temps le groupe écrit avec les indices* 3, 4 *au lieu de* 1, 2 *sur* A_3, B_3, C_3, A_4, B_4, C_4. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Propriété générale d'un champ quelconque n'admettant pas de potentiel.* Note de M. VASCHY, présentée par M. A. Cornu.

« Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, p. 1244), j'ai démontré que, en un point quelconque d'un champ admettant un potentiel, la force (ou plus généralement le vecteur) f est équivalente à la résultante des forces qu'exercerait un système de *masses* convenablement réparties et agissant à distance suivant la loi de la gravitation universelle. La densité ρ de ces masses est définie en fonction des composantes X, Y, Z de f par la formule

$$(1) \qquad 4\pi\rho = \frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z}.$$

» La généralisation de cette propriété dans le cas d'un champ n'admettant pas de potentiel exige la définition préalable de *masses vectorielles* ayant pour densité un vecteur μ, de telle sorte que la masse vectorielle contenue dans un volume infiniment petit $d\varpi$ est un vecteur $\mu\, d\varpi$. Imaginons qu'une masse vectorielle $\mu\, d\varpi$, placée en un point m, développe en un point quelconque M, situé à une distance r, dans une direction mM faisant avec le vecteur $\mu\, d\varpi$ un angle θ, une force de grandeur égale à $\frac{\mu\, d\varpi \sin\theta}{r^2}$, dirigée perpendiculairement au plan de ce vecteur et de la droite mM (loi imaginée par Laplace en Électromagnétisme).

» Ceci posé, nous pouvons énoncer la propriété suivante d'un champ quelconque, d'étendue finie, constant ou variable avec le temps :

» *La répartition de la force (ou du vecteur) f aux divers points du champ, à une époque quelconque t, est identique à la répartition de la résultante de deux forces fictives f_1 et f_2 définies ainsi : la force f_1 serait développée par un système de masses agissant à distance suivant la loi de la gravitation universelle; f_2 serait développée par un système de masses vectorielles agissant à distance suivant la loi de Laplace rappelée ci-dessus. La densité ρ des premières masses et les composantes μ_x, μ_y, μ_z de la densité μ des masses vectorielles sont données par la formule (1) et par les suivantes :*

$$(2) \qquad 4\pi\mu_x = \frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y}; \qquad 4\pi\mu_y = \frac{\partial Z}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial z}; \qquad 4\pi\mu_z = \frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x}.$$

» Nous supposons, pour simplifier un peu la démonstration, que les dérivées secondes de X, Y, Z sont continues.

» Si l'on calcule, suivant des méthodes bien connues dans la théorie de l'Électricité et du Magnétisme, les forces $f_1(X_1, Y_1, Z_1)$ et $f_2(X_2, Y_2, Z_2)$ dues respectivement aux masses définies par les formules (1) et (2), on trouve qu'elles satisfont aux conditions suivantes :

$$\left\{\begin{array}{l} \frac{\partial Y_1}{\partial z} - \frac{\partial Z_1}{\partial y} = \frac{\partial Z_1}{\partial x} - \frac{\partial X_1}{\partial z} = \frac{\partial X_1}{\partial y} - \frac{\partial Y_1}{\partial x} = 0, \\ \frac{\partial X_1}{\partial x} + \frac{\partial Y_1}{\partial y} + \frac{\partial Z_1}{\partial z} = \frac{\partial X}{\partial z} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z}; \end{array}\right.$$

$$\left\{\begin{array}{l} \frac{\partial Y_2}{\partial z} - \frac{\partial Z_2}{\partial y} = \frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y}; \qquad \frac{\partial Z_2}{\partial x} - \frac{\partial X_2}{\partial z} = \cdots = \frac{\partial X_2}{\partial y} - \frac{\partial Y_2}{\partial x} = \cdots, \\ \frac{\partial X_2}{\partial x} + \frac{\partial Y_2}{\partial y} + \frac{\partial Z_2}{\partial z} = 0. \end{array}\right.$$

Donc, en désignant par f' une force telle que f soit la résultante de f_1, f_2 et f', les composantes X′, Y′, Z′ de f' satisferont aux conditions

$$(3) \qquad \frac{\partial Y'}{\partial z} - \frac{\partial Z'}{\partial y} = \frac{\partial Z'}{\partial x} - \frac{\partial X'}{\partial z} = \frac{\partial X'}{\partial y} - \frac{\partial Y'}{\partial x} = 0,$$

$$(4) \qquad \frac{\partial X'}{\partial x} + \frac{\partial Y'}{\partial y} + \frac{\partial Z'}{\partial z} = 0.$$

» Les équations (3) montrent que f' dérive d'un potentiel uniforme. Par conséquent, en vertu d'une propriété démontrée dans ma précédente Note, f' est, en tout point du champ, équivalente à la force que créeraient des masses agissant à distance suivant la loi de la gravitation universelle, la densité ρ' de ces masses étant définie par

$$4\pi\rho' = \frac{\partial X'}{\partial x} + \frac{\partial Y'}{\partial y} + \frac{\partial Z'}{\partial z}.$$

» D'après l'équation (4) ρ' est nul; il en est donc de même de f'. Il en résulte que f est égale à la résultante de f_1 et de f_2, ce qui établit la propriété énoncée plus haut.

» *Application aux vibrations d'un corps élastique.* — Lorsqu'un corps est animé d'un mouvement vibratoire, la force f qui s'exerce, à un instant quelconque t, sur l'unité de masse de ce corps en un point $M(x, y, z)$, est représentée par l'accélération de ce point. Si donc on désigne par u, v, w les composantes du déplacement du point M à partir de sa position initiale,

les composantes de f seront

$$X = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}, \qquad Y = \frac{\partial^2 v}{\partial t^2}, \qquad Z = \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}.$$

» En vertu du théorème précédent, cette force est identique à celle que créeraient en M : 1° un système de masses agissant à distance suivant la loi de la gravitation universelle et dont la densité ρ aux divers points serait définie par la formule

$$4\pi\rho = \frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z} = \frac{\partial^2}{\partial t^2}\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}\right) = \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2};$$

2° un système de masses vectorielles agissant suivant la loi de Laplace et dont la densité μ serait définie par

$$4\pi\mu_x = \frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{dZ}{dy} = \frac{\partial^2}{\partial t^2}\left(\frac{\partial v}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial y}\right); \qquad 4\pi\mu_y = \ldots = 4\pi\mu_z = \ldots.$$

Ces densités ρ et μ sont susceptibles d'une interprétation très simple; au facteur 4π près, ρ serait l'*accélération* d'accroissement de la dilatation cubique θ du corps en ses divers points, et μ serait l'*accélération angulaire* de la *rotation*.

» Nous nous proposons de revenir prochainement sur l'application du théorème précédent à l'étude d'un champ électromagnétique constant ou variable. »

NAVIGATION. — *Sur les termes d'ordre supérieur de la déviation des compas.* Note de M. E. **Guyou**, présentée par M. Sarrau.

« La formule à laquelle conduit la théorie mathématique des déviations des compas est la suivante

$$(1) \qquad \left\{ \begin{aligned} \sin\delta &= \mathcal{A}\cos\delta + \mathcal{B}\sin\zeta' + \mathcal{C}\cos\zeta' \\ &\quad + \mathcal{D}\sin(2\zeta'+\delta) + \mathcal{E}\cos(2\zeta'+\delta), \end{aligned} \right.$$

dans laquelle G' représente le cap indiqué par le compas, et $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$, $\mathcal{C}$, $\mathcal{D}$, $\mathcal{E}$ cinq coefficients constants.

» On admet, dans la pratique, d'après le *Manuel de l'Amirauté* que, lorsque les déviations ne dépassent pas 20°, on peut substituer à cette formule la formule plus simple

$$(2) \qquad \delta = A + B\sin\zeta' + C\cos\zeta' + D\sin 2\zeta' + E\cos 2\zeta'.$$

» Dans les autres cas, il est prescrit de revenir à la formule exacte (1).

» M. Faye a montré que, même dans les cas où la déviation ne dépassait pas 20°, la formule approchée n'était pas toujours suffisante; il a fait voir notamment que, pour le compas du *Trident*, choisi comme exemple par le *Manuel*, il était nécessaire d'ajouter un terme complémentaire

$$+40' \sin 3(\zeta' - 2^\circ),$$

pour réduire les différences entre le calcul et l'observation aux limites qu'il est permis d'attribuer aux erreurs de mesure.

» En appliquant la méthode indiquée par M. Faye à l'analyse des déviations des compas placés sous cuirasse, nous avons constaté fréquemment des différences atteignant $3^\circ\frac{1}{2}$ dans les deux sens entre les observations et les résultats de la formule (2), et reconnu la nécessité de compléter cette formule par l'addition de termes en $3\zeta'$ et en $4\zeta'$.

» Il nous a semblé par suite nécessaire d'entreprendre, pour les termes d'ordre supérieur, une étude théorique et expérimentale analogue à celle dont les premiers ont été l'objet.

» La méthode que nous avons adoptée pour ce travail est la suivante :

» 1° Nous avons développé δ en série trigonométrique à l'aide de la formule (1),

$$(3)\quad \left\{ \begin{aligned} \delta = {} & \mathrm{A} + \mathrm{B}\sin\zeta' + \mathrm{C}\cos\zeta' + \mathrm{D}\sin 2\zeta' + \mathrm{E}\cos 2\zeta' \\ & + \mathrm{F}\sin 3\zeta' + \mathrm{G}\cos 3\zeta' + \mathrm{H}\sin 4\zeta' + \mathrm{K}\cos 4\zeta'. \end{aligned} \right.$$

Ce développement a été fait, il est vrai, par l'auteur du *Manuel*, Archibald Smith, mais en considérant $\mathfrak{A}$ et $\mathfrak{E}$ comme des quantités du second ordre; cette restriction n'étant pas admise pour les compas que nous considérions, les formules devaient être complétées.

» 2° Nous avons établi les formules et les Tableaux de calcul pour déduire des observations, par la méthode des moindres carrés, les valeurs les plus probables des coefficients A, B, C, D, E, F, G, H, K. Le *Manuel* n'a prévu que le calcul des trois premiers, et a négligé comme nous l'avons dit, certains termes en $\mathfrak{E}$.

» 3° Il résulte des expressions obtenues par le développement que les coefficients du second ordre F, G, H, K dépendent exclusivement des quatre précédents B, C, D, E.

» Nous avons choisi quatre compas placés dans des conditions magnétiques très différentes, et, calculé pour ces compas les *valeurs expérimentales* des neuf coefficients d'après les observations; puis, au moyen des

valeurs ainsi obtenues de B, C, D, E, et par les formules du développement, nous avons calculé les valeurs *théoriques* de F, G, H, K.

» Voici les résultats obtenus pour deux de ces compas :

Cuirassé anglais le Trident.

		F.	G.	H.	K.
Valeurs théoriques		+43′	−4′	+4′	+1
Valeurs expérimentales.	D'après M. Faye (¹)	+40	−4	»	»
	Méthode des moindres carrés	+45	+6	+1	−5

Cuirassé français le Requin.

	F.	G.	H.	K.
Valeurs théoriques	− 40′	+40′	+1°37′	+1°32′
Valeurs expérimentales	−1°2′	+36′	+1°36′	+1°13′

» Les résultats des autres compas sont analogues.

» 4° Nous avons ensuite calculé les déviations avec la formule (3) au moyen des valeurs théoriques et des valeurs expérimentales et constaté encore que les différences entre les observations et les deux séries de résultats étaient de même ordre de grandeur et ne dépassaient pas les limites des erreurs de mesure.

» Les résultats qui précèdent nous autorisent à formuler les conclusions suivantes :

» 1° On peut adopter, pour tous les compas, la série trigonométrique complétée, comme l'indique M. Faye, par des termes en $3\zeta'$ et en $4\zeta'$.

» 2° Les coefficients de ces derniers termes se déduisent des coefficients B, C, D, E déterminés suivant les méthodes usuelles. Par suite il est inutile de les calculer d'après les observations, et il est facile de reconnaître les cas dans lesquels ils peuvent être négligés.

» 3° Les grandes déviations *quadrantales* ($D\sin 2\zeta'$) sont toujours accompagnées de déviations *octantales* $H\sin 4\zeta'$; par suite les appareils de compensation dans lesquels on utilise la réaction des aiguilles sur les compensateurs (compas Peichl, de la marine autrichienne; compas Magnaghi, de la marine italienne) doivent être disposés, non pas de manière à pro-

(¹) Les valeurs ont été déduites de la formule $40'\sin 3(\zeta' - 2°)$; elles ont été obtenues par une méthode différente de celle des moindres carrés; on voit que les différences entre les valeurs théoriques et les valeurs expérimentales sont du même ordre de grandeur que celles que donnent des méthodes différentes de réduction des observations.

duire des déviations quadrantales pures comme on s'est efforcé de le faire jusqu'ici, mais encore des déviations octantales satisfaisant à la loi indiquée par la théorie. »

NAVIGATION. — *Sur une remarque de M. E. Guyou relative aux calculs de stabilité des navires.* Note de M. **Ch. Doyère**, présentée par M. de Bussy.

« Le procédé indiqué par M. Guyou (*Comptes rendus* du 6 mars dernier), pour abréger la détermination des éléments de la stabilité d'un navire en traçant les tangentes aux courbes d'interpolation, ne s'applique pas seulement aux méthodes de MM. Reech et Risbec et de M. Daymard ; il s'étend tout aussi facilement à celles qui opèrent au moyen de plans isoclines.

» Dans ces dernières les courbes d'interpolation que l'on trace représentent, en coordonnées rectangulaires, pour chaque valeur de l'inclinaison θ, les distances φ des verticales de la poussée à un point fixe, en fonction des volumes de carène V, soit $f(\varphi, V) = 0$. Or, si l'on considère une carène dont le centre est en C, limitée par une flottaison FL ayant son centre de gravité en g, et si l'on déplace FL, parallèlement à elle-même, d'une quantité infiniment petite, en désignant respectivement par ξ et X les coordonnées des points g et C mesurées à partir d'un plan quelconque, on a, par une équation de moments pris par rapport à ce plan,

$$(V + dV)(X + dX) = \xi\, dV + VX,$$

d'où

$$\xi = X + V\frac{dX}{dV} \qquad \text{et} \qquad \frac{dX}{dV} = \frac{\xi - X}{V}.$$

» En particulier, si le plan des moments est pris de telle façon que X se confonde avec φ, ceci donne

$$\frac{d\varphi}{dV} = \frac{\xi - \varphi}{V},$$

$\xi - \varphi$ est connu quand on connaît g; or tous les procédés pour le calcul des carènes inclinées comportent soit la détermination même de g, soit le calcul d'éléments qui permettent presque immédiatement cette détermination.

» L'équation

$$\xi = X + V \frac{dX}{dV}$$

est intéressante. En la différentiant, V étant considérée comme une constante, on obtient

$$d\xi = dX + V \frac{d}{dV} dX.$$

» Cette dernière relation est connue en Géométrie du navire : c'est celle qui relie entre elles les variations corrélatives des coordonnées de g et de C quand on passe d'une carène donnée à une isocarène infiniment voisine; on en déduit, comme l'on sait, la relation de Leclert entre les rayons de courbure des courbes (F) et (C). Il est assez curieux que l'on ait démontré la relation entre les différentielles $d\xi$ et dX sans que l'on ait jamais, croyons-nous, remarqué la relation de même forme qui existe entre ξ et X et qui, s'établissant immédiatement, fournirait de la seconde une démonstration beaucoup plus simple que toutes celles que l'on donne généralement. »

PHOTOGRAPHIE. — *Sur les propriétés photographiques des sels de cobalt.* Note de MM. **Auguste** et **Louis Lumière**, présentée par M. Lippmann.

« Lorsqu'on dissout l'hydrate de peroxyde de cobalt dans l'acide oxalique, on obtient une solution d'oxalate cobaltique très instable.

» Nous avons constaté antérieurement ([1]) que ce sel est rapidement réduit au minimum sous l'influence de la lumière, s'il est additionné de matières organiques.

» Une feuille de papier, recouverte d'un encollage à la gélatine et imprégnée de la solution cobaltique, prend la teinte verte du liquide sensibilisateur, teinte qui passe au rose sous l'action des rayons lumineux, par suite de la formation d'un sel cobalteux.

» Nous avons cherché à utiliser cette propriété pour produire des images photographiques; ce but pouvait être atteint en traitant les papiers exposés à la lumière, sous un cliché convenable, par des réactifs permettant de différencier le sel cobalteux du sel cobaltique; nous avons remarqué que le

---

([1]) *Bulletin de la Société française de Photographie,* p. 441; 1892.

ferricyanure de potassium remplit précisément ces conditions en donnant, seulement avec les sels cobalteux, un précipité rouge insoluble de ferricyanure cobalteux, précipité qui peut être ensuite converti en oxyde de cobalt par les alcalis; en sulfure, par les sulfures alcalins, ou bien encore en un autre ferricyanure par les sels de fer, de nickel, etc.

» Ces remarques nous ont conduits à instituer le procédé photographique suivant :

» On précipite un sel cobalteux par le peroxyde de sodium; l'hydrate cobaltique qui se forme est lavé avec soin à l'eau chaude, puis recueilli et traité à froid par l'acide oxalique en solution saturée; la réaction, qui doit s'effectuer en présence d'un excès d'hydrate cobaltique, est terminée en quelques heures et donne une solution verte qui sert à imprégner des papiers gélatinés. Ces papiers sont mis à sécher dans l'obscurité puis exposés à la lumière, sous un négatif photographique ordinaire.

» La réduction du sel cobaltique s'effectue très rapidement et n'exige, toutes conditions égales d'ailleurs, qu'une faible fraction du temps nécessaire pour l'obtention d'images positives aux sels d'argent. Lorsque l'impression est suffisante, on immerge l'épreuve dans une solution de ferricyanure de potassium à 5 pour 100, puis on lave abondamment pour éliminer le sel cobaltique non réduit par la lumière et l'excès de ferricyanure de potassium.

» L'image obtenue est rouge pâle, peu intense, d'un aspect peu agréable; il est indispensable d'en changer la coloration et d'en augmenter l'intensité et, à cet effet, on la traite par un sulfure alcalin qui transforme le ferricyanure de cobalt en sulfure.

» Le traitement par un sel ferreux aurait donné des épreuves bleues, tandis que les sels de nickel fourniraient des images rouges.

» Ce procédé parait devoir prendre, au point de vue pratique, une certaine importance parce qu'il présente sur les procédés usités actuellement l'avantage d'être simple, peu coûteux et de donner rapidement des épreuves d'une grande stabilité. Nous nous proposons d'en poursuivre l'étude. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les poids atomiques de Stas.* Note de M. **J.-D. van der Plaats.**

« Stas a publié dans ses trois Mémoires de 1860, 1866 et 1881 les déterminations de vingt-quatre rapports entre dix corps simples et l'ammo-

nium. Les rapports : $Ag : KBr$, $AgAzO^3 : KCl$ et $AgAzO^3 : AzH^4Cl$ sont beaucoup moins sûrs que les autres, et restent ici hors considération. J'ai compensé les vingt et un rapports restants d'après la méthode des moindres carrés; ce calcul conduit à onze équations normales.

» M. Ostwald a déjà publié un essai de ce genre dans son *Lehrbuch der allgemeinen Chemie*, Chap. II, § 2. Mais ce savant a d'abord calculé le poids atomique de l'argent et son erreur probable d'après dix des rapports et trouvé $Ag = 107,9376 \pm 0,0037$ ($Ag = 107,9384 \pm 0,0028$ serait plus exact). Admettant ce nombre, il en déduit les neuf autres poids atomiques. Mais, 1° cette manière de calculer n'est pas rigoureuse; 2° M. Ostwald ignorait le troisième Mémoire de Stas; 3° il n'a pas appliqué les corrections nécessaires pour le contenu en silice des $NaCl$, KCl, $NaAzO^3$ et $KAzO^3$; 4° ses calculs renferment quelques erreurs. On ne peut donc accepter sans réserve les résultats de M. Ostwald.

» J'ai calculé les vingt et un rapports avec toutes les corrections qu'on peut déduire des données de Stas lui-même, dans un Mémoire inséré dans les *Annales de Chimie et de Physique*, Tome VII, pages 499-532, avril 1886. Je n'y ai à ajouter qu'une remarque. Dans une lettre datée du 18 avril 1886, M. Stas écrivait :

« En fondant l'azotate d'argent, il perd positivement des vapeurs acides. Lorsqu'on opère cette fusion dans une atmosphère d'*acide hypoazotique* et qu'on élimine ensuite celui-ci par de l'air pur, on arrive à un chiffre variant de 157,495 à 157,497 pour 100000 d'argent; je suis d'avis que tel est bien le résultat définitif, qui s'accorde, du reste, avec mes synthèses antérieures. »

» C'est donc l'azotate séché des expériences de 1866, qui donnaient 157,4963 et 157,4959, qu'on doit considérer comme le composé normal, et que j'ai accepté pour mes nouveaux calculs.

» Dans l'application du calcul des moindres carrés, il faut attribuer à chaque rapport un poids relatif, et voici le côté faible de toute la méthode. On peut :

» 1° Attribuer à chaque rapport un poids inversement proportionnel au carré de l'erreur moyenne calculé d'après les écarts de toutes les déterminations du même rapport de leur moyenne.

» 2° Admettre pour tous les rapports le même poids, c'est-à-dire regarder leur détermination comme également exacte;

» 3° Fixer chaque rapport et son poids par appréciation d'après les détails des expériences.

» Tout chimiste sait que les suppositions 1° et 2° sont défectueuses et la

troisième méthode reste toujours arbitraire quoiqu'elle soit la seule pour s'approcher autant que possible de la vérité.

» Dans mon Mémoire de 1886, j'avais calculé les maxima et les minima des poids atomiques de Stas et admis une moyenne par voie d'appréciation. Pourtant quelques chimistes préfèrent la méthode rigoureuse des moindres carrés et, pour les satisfaire, je l'ai appliquée aux expériences de Stas en compensant ensemble les vingt et un rapports entre onze inconnues d'après les deux suppositions 1° et 2°.

» En se fondant sur les moyennes générales des rapports, comme je les ai déduits, en 1886, de 107 expériences, on arrive aux résultats suivants : O = 16 comme base.

	Valeurs de 1886.		Supposition 1°.		Supposition 2°.
		incertitude		erreur moyenne	
Ag =	107,93	± 0,01	107,9244	± 0,0136	107,9202
Cl =	35,456	± 0,005	35,4565	± 0,0049	35,4516
Br =	79,955	± 0,01	79,9548	± 0,0101	79,9497
I =	126,857	± 0,01	126,8494	± 0,0166	126,8445
S =	32,06	± 0,01	32,0590	± 0,0085	32,0576
K =	39,144	± 0,01	29,1403	± 0,0059	39,1414
Na =	23,049	± 0,005	23,0443	± 0,0043	23,0453
Li =	7,024	± 0,01	7,0235	± 0,0051	7,0273
Pb =	206,91	± 0,05	206,9308	± 0,0404	206,9089
Az =	14,05	± 0,01	14,0519	± 0,0078	14,0421
AzH^4 =	18,078	± 0,005	18,0740	± 0,0034	18,0760
Donc					
H =	1,007	± 0,004	1,0055	± 0,0021	1,0085

Si l'on calcule le poids atomique de l'argent exclusivement d'après les dix premiers rapports, on trouve, d'après la supposition 1°,

$$Ag = 107,9287 \pm 0,0027 \text{ (erreur probable)},$$

tandis que M. Ostwald arrivait de cette manière au chiffre cité plus haut. La différence tient surtout à ce que M. Ostwald ne connaissait pas le troisième Mémoire de Stas, dans lequel le rapport Ag:KCl est élevé de 0,69103 à 0,69119.

» On remarquera que mes nouvelles valeurs ne diffèrent de celles de 1886 que dans les limites de leurs erreurs moyennes.

» Quant au poids atomique de l'hydrogène : d'après mon appréciation $AzH^4 = 18,078$ et $Az = 14,052$, donc $H = 1,0065$, ou bien $O : H = 15,896$.

Or cette valeur mérite peut-être autant de confiance que toutes les déterminations directes du rapport O : H.

» Je ne saurais passer sous silence les Notes que M. Hinrichs a publiées dans les *Comptes rendus*, t. CXV, p. 1074, et t. CXVI, p. 431, 695 et 753. L'auteur américain croit avoir démontré : « que les célèbres expériences » de Stas renferment des erreurs systématiques, en raison desquelles elles » ne peuvent être retenues dans la Chimie; que tous les poids atomiques » de Stas sont inexacts et que toutes les conclusions scientifiques basées » sur la précision fictive de ces données doivent donc disparaître ».

» M. Hinrichs fonde ces conclusions sur les représentations graphiques qu'il donne des analyses du $KClO^3$ par Marignac et Stas, et des synthèses du $PbAz^2O^6$ et du $PbSO^4$ par Stas. Comme ces figures renferment plusieurs erreurs, je donne d'abord les chiffres exacts, en indiquant par un astérisque celles où M. Hinrichs s'est trompé.

Analyses du chlorate de potasse.

Numéro de l'expérience.	Poids du $KClO^3$ employé.	Si KCl = 74,5 O devient 16 minus.
	Stas, 1re série.	
1.....	69gr	—0,0146
2.....	82	—0,0154
3.....	87	—0,0184
5.....	127	—0,0192
4.....	133	—0,0210*
	Stas, 2e série.	
1.....	60	—0,0228
2.....	96	—0,0245*
3.....	147	—0,0185
	Marignac.	
2.....	33	—0,013
3.....	38	—0,011*
1.....	47	—0,019
5.....	64	—0,015
6.....	65	—0,015
4.....	74	—0,019
7.....	74	—0,014

Le n° 7 est une analyse du $KClO^4$.

Synthèses de l'azotate de plomb.

Numéro de l'expérience.	Poids du plomb employé.	Si Az^2O^6 = 124, Pb devient 207 minus
7.....	100gr	—0,230 (0,270
1.....	103	—0,243
3.....	110	—0,285
6.....	124	—0,248
2.....	141	—0,249
4.....	142	—0,247*
5.....	149	—0,140
8.....	200	—0,209 (0,249)
9.....	250	—0,192 (0,232)
10.....	250	—0,215 (0,255)

Synthèses du sulfate de plomb.

Numéro de l'expérience.	Poids du plomb employé.	Si SO^4 = 96, Pb devient 207 minus.
3.....	100gr	—0,188
1.....	142	—0,297
2.....	149	—0,224
4.....	200	—0,246
5.....	250	—0,197
6.....	250	—0,206

» J'ai arrangé toutes ces expériences d'après les poids employés pour me conformer aux idées de M. Hinrichs, qui affirme que les résultats varient d'une manière continue avec ce poids.

» Si l'on regarde sans idée préconçue les résultats des trois Tableaux, on n'y trouve que des écarts purement fortuits, et qui ne dépassent nullement les petites erreurs inévitables des expériences. Par exemple, une erreur de 1^{mmg}, c'est-à-dire d'un millionième du poids total, dans chaque pesée de l'appareil pour l'analyse n° 1 du $KClO^3$, Stas, 1re série, abaisse son résultat au-dessous du n° 4.

» Déduire de ces séries $O = 16$, $Pb = 207$ semble tout à fait impossible. Pourtant M. Hinrichs y arrive par *extrapolation*.

» Les résultats de Marignac ne montrent pas trace d'une marche systématique. Mais M. Hinrichs supprime les expériences n°s 5 et 7; il attribue au n° 3 le résultat $O = 16$ et puis il combine les n°s 1 et 4, 2 et 6 (1).

» M. Hinrichs a réuni dans une seule courbe les deux séries de synthèses de l'azotate de plomb, car, dessinées séparément, elles ne conduisent point à la courbe voulue. Pourtant la division est ici de toute nécessité. Pour la première série, l'azotate était desséché dans un courant d'air, pour la seconde la dessiccation fut continuée dans le vide. Par cette dernière opération le sel perd encore environ 72 millionièmes, ce qui augmente le poids atomique du plomb de 0,04. Pour comparer loyalement toutes les expériences, il faut donc retrancher cette quantité des résultats des n°s 7, 8, 9 et 10, ce que j'ai fait dans mon Tableau entre parenthèses. Mais alors il est impossible d'arriver aux conclusions de M. Hinrichs.

» Aucun des poids atomiques de Stas ne repose sur un seul rapport. Celui de l'argent est déterminé par cinq voies absolument indépendantes, avec une concordance remarquable. Si l'analyse du $KClO^3$ n'avait pas réussi à Stas, il aurait donc dû commettre une erreur exactement contraire dans le rapport Ag : KCl. M. Hinrichs s'est trompé en affirmant que tous les poids atomiques reposent par un enchaînement continu sur l'analyse du chlorate de potasse.

» La *méthode limite* de l'auteur américain est fondée sur deux assertions également inexactes : 1° les déterminations méritent d'autant plus de confiance que les poids des substances analysées sont moindres; 2° la loi

---

(1) En utilisant les déterminations de Gerhardt (*Comptes rendus*, t. XXI, p. 1281), qui, avec 5^{gr} de $KClO^3$, trouvait $O : KCl = 16 : 74,92$, on pourrait facilement arriver à $Cl = 36$.

de Prout doit être imposée sans réserves, et les expériences qui ne sont pas d'accord avec elle renferment des erreurs exactement égales à leurs écarts de cette loi.

» La Chimie de précision est une Science de laboratoire; elle n'a rien à faire avec l'art de grouper les chiffres. Il est radicalement impossible de concilier les synthèses du $AgAzO^3$, les transformations de chlorures en azotates, les rapports de l'argent au KCl, NaCl, AzH^4Cl et plusieurs autres avec la loi de Prout. Cette hypothèse ne peut donc avoir rien de commun avec les principes et les progrès de la Chimie; elle ne peut même servir de base à des spéculations sur l'unité de la matière. Elle est comparable à la loi de Titius pour les distances des planètes au Soleil. La règle de Titius a été utilisée par Le Verrier pour la découverte de Neptune, qui, pourtant, diffère de 20 pour 100 de cette règle; la loi de Prout est l'origine des recherches classiques de Stas. A leur commencement, l'illustre savant de Bruxelles avait une confiance presque absolue dans l'exactitude de cette loi; après ses trente années de travail, elle est devenue inadmissible à jamais. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les acides chromodisulfurique, chromotrisulfurique, et sur l'acide chromosulfochromique*; par M. **A. Recoura** (¹).

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 477), j'ai établi l'existence d'une série de composés nouveaux, les *chromosulfates*. J'ai montré que 1 molécule de sulfate vert de chrome peut se combiner avec 1 molécule d'acide sulfurique ou d'un sulfate métallique quelconque pour donner naissance à des composés tels que : $Cr^2 3SO^4, SO^4H^2$, ou $Cr^2 3SO^4, SO^4K^2$, ou $Cr^2 3SO^4, SO^4Cu$, etc., *composés dans lesquels tout l'acide sulfurique est dissimulé*, aussi bien celui du sulfate métallique que celui du composé chromique, tandis que, au contraire, le métal K, Cu, etc. peut être mis en évidence par ses réactifs ordinaires, de telle sorte que l'on doit considérer ces corps, qui ne sont ni des sulfates, ni des sels de chrome, comme des sels d'un acide particulier $(Cr^2 4SO^4)H^2$, acide bibasique à radical complexe, que j'ai appelé *acide chromosulfurique*. J'ai décrit

(¹) Laboratoire de Chimie générale de la Faculté des Sciences de Lyon.

la préparation et les propriétés de cet acide et de quelques-uns de ses sels. J'ai montré en particulier que, sous l'action de la chaleur, les aluns de chrome solides se transforment en chromosulfates alcalins.

» Je me propose d'étudier dans cette Note deux acides nouveaux possédant des propriétés analogues à celles de l'acide chromosulfurique. L'un, *l'acide chromodisulfurique*, provient de la combinaison de 1 molécule de sulfate vert de chrome avec 2 molécules d'acide sulfurique. C'est un acide tétrabasique qui a pour composition $(Cr^2 5SO^4)H^4$.

» L'autre, *l'acide chromotrisulfurique*, provient de la combinaison de 1 molécule de sulfate vert de chrome avec 3 molécules d'acide sulfurique. C'est un acide hexabasique qui a pour composition $(Cr^2 6SO^4)H^6$.

» *Préparation.* — Depuis la publication de ma dernière Note, j'ai simplifié la préparation de l'acide chromosulfurique. Je l'obtiens en évaporant au bain-marie une dissolution de 1 molécule de sulfate violet de chrome additionnée de 1 molécule d'acide sulfurique. La masse verte ainsi obtenue est ensuite chauffée à l'étuve à 110°-120°. On a ainsi une matière solide vert foncé que l'on pulvérise. C'est l'acide chromosulfurique $(Cr^2 4SO^4)H^2 + nH^2O$ dont l'état d'hydratation varie avec la durée du séjour à l'étuve.

» Les acides chromodisulfurique et chromotrisulfurique s'obtiennent de la même façon, en employant 2 ou 3 molécules d'acide sulfurique au lieu d'une.

» *Propriétés.* — Ces trois acides ont l'aspect d'une poudre vert foncé soluble dans l'eau en toutes proportions. Ces dissolutions sont d'un beau vert pendant les premières heures. Elles présentent tous les caractères que j'ai indiqués pour l'acide chromosulfurique, c'est-à-dire que *le chrome et l'acide sulfurique y sont dissimulés*, en observant, bien entendu, les précautions que j'ai indiquées, c'est-à-dire de n'employer que des dissolutions récentes et suffisamment étendues et des réactifs pas trop énergiques; ainsi, en particulier avec les dissolutions légèrement concentrées, le chlorure de baryum donne *un précipité floconneux blanc verdâtre* de chromosulfate de baryum peu soluble, et, avec les dissolutions plus concentrées, le radical chromique est détruit et l'on obtient un précipité de sulfate de baryum. Ces dissolutions des acides chromosulfuriques sont d'ailleurs instables et se dédoublent assez rapidement en acide sulfurique et sulfate de chrome. *Mais les composés solides sont parfaitement stables.*

Chaleur de neutralisation. — Ces composés sont des acides énergiques.

Voici leur chaleur de neutralisation comparée à celle de l'acide sulfurique, *dans les mêmes conditions de dilution* (1 molécule dans 20^{lit} environ).

			Cal
$(Cr^2 4SO^4)H^2$ diss.	$+ 2NaOH$ diss	$+$	33,3
$(Cr^2 5SO^4)H^4$ diss.	$+ 2NaOH$ diss	$+ 2 \times 33$	
$(Cr^2 6SO^4)H^6$ diss.	$+ 6NaOH$ diss	$+ 3 \times 32$	
SO^4H^2 diss.	$+ 2NaOH$ diss	$+$	30,8

» On voit d'après ces nombres que *ces acides sont plus énergiques que l'acide sulfurique* et que leur énergie va en diminuant à mesure que croît leur richesse en acide sulfurique.

Chromosulfates. — Je décrirai dans une Note spéciale les sels de ces acides. On les obtient très facilement, comme les acides eux-mêmes, en évaporant au bain-marie une dissolution renfermant 1 molécule de sulfate de chrome et 1, 2 ou 3 molécules de sulfate métallique. On obtient ainsi des composés *solubles* dont la dissolution ne précipite pas par le chlorure de baryum en se plaçant toujours, bien entendu, dans les conditions que j'ai indiquées. Ces solutions sont plus stables que celles des acides correspondants (1).

» *Constitution.* — Il résulte des propriétés de ces composés que l'on ne doit pas les considérer comme des sulfates doubles puisqu'ils ne présentent pas la réaction caractéristique des sulfates. On peut admettre pour ces composés la constitution suivante :

$(SO^4)^3(Cr^2)$	$(SO^4)^2(Cr^2)\langle{}^{SO^4H}_{SO^4H}$	$(SO^4)(Cr^2)$ avec SO^4H, SO^4H, SO^4H, SO^4H	(Cr^2) avec SO^4H, SO^4H, SO^4H, SO^4H, SO^4H, SO^4H
Sulfate de chrome.	Acide chromosulfurique.	Acide chromodisulfurique.	Acide chromotrisulfurique.

Cette constitution est établie par l'existence et les propriétés d'un quatrième acide nouveau, l'*acide chromosulfochromique*.

Acide chromosulfochromique. — J'ai réussi à combiner 1 molécule de sulfate vert de chrome avec 1 molécule d'acide chromique et j'ai ainsi obtenu *un composé* $Cr^2 3SO^4, CrO^4H^2$, *dans lequel l'acide sulfurique et l'acide chro-*

(1) Je dois mentionner que M. Étard a décrit (*Comptes rendus*, t. LXXXIV et t. LXXXVI) quelques composés qui ont la composition des chromosulfates, mais qu'il n'est pas possible d'identifier avec ceux-ci parce qu'ils sont insolubles.

mique sont dissimulés tous les deux. C'est un acide bibasique. C'est l'acide chromosulfurique dans lequel SO^4H^2 est remplacé par CrO^4H^2. Je décrirai dans une Note spéciale la préparation de cet acide et de ses sels.

» Je veux seulement montrer maintenant comment ce composé peut nous éclairer sur la constitution des acides chromosulfuriques. Si cette constitution est celle que j'ai indiquée, celle de l'acide chromosulfochromique doit être

$$(SO^4)^2(Cr^2)\begin{matrix}\diagup SO^4H \\ \diagdown CrO^4H\end{matrix}$$

de telle sorte que, si l'on sature cet acide bibasique par 2 molécules de soude, l'une saturera le groupe SO^4H, l'autre le groupe CrO^4H. Pour m'assurer qu'il en est bien ainsi, j'ai mesuré la chaleur dégagée dans l'action successive de 2 molécules de soude sur cet acide. *La première molécule dégage* 16^{Cal}, *la seconde* $12^{Cal},3$ *seulement*.

» Or 16^{Cal} c'est précisément la chaleur dégagée dans l'action d'une première molécule de soude sur l'acide chromosulfurique $(Cr^2 4SO^4)H^2$ et, d'autre part, 12,3 est très voisin de la chaleur de neutralisation de l'acide chromique (13^{Cal}).

» On est donc bien en droit d'admettre que, dans la neutralisation de l'acide chromosulfochromique, la première molécule de soude sature un groupe SO^4H, et la seconde un groupe CrO^4H, c'est-à-dire qu'il a la constitution $(SO^4)^2Cr^2(SO^4H)(CrO^4H)$, et, par suite, l'acide chromosulfurique a une constitution analogue. »

CHIMIE. — *Action de l'oxygène sur le sodammonium et le potassammonium.* Note de M. **A. Joannis**.

« En poursuivant mes recherches sur les ammoniums formés par les métaux alcalins, j'ai été amené à étudier l'action de différents gaz sur ces corps. L'action de l'oxygène fait l'objet de cette Note.

» Lorsqu'on fait passer de l'oxygène pur et absolument sec dans un de ces ammoniums dissous dans du gaz ammoniac liquéfié et maintenu à une température de — 50° environ, pour que la tension de vapeur de ce liquide soit faible, on constate que l'oxygène est assez rapidement absorbé; la liqueur, qui au début était mordorée si la solution était concentrée, devient d'un bleu noir, puis d'un bleu de plus en plus pâle à mesure que l'ammonium alcalin disparaît. Si l'on opère lentement, on peut déterminer assez

exactement la quantité d'oxygène qui produit la décoloration totale de ces ammoniums et la transformation de ce corps en une sorte de précipité gélatineux, ayant l'apparence de l'alumine, en suspension dans l'ammoniac liquide.

» *Action sur le sodammonium.* — Le précipité obtenu avec ce corps se présente, lorsqu'on a chassé l'ammoniac qui le tenait en suspension, sous forme d'une poudre d'un blanc rosé. Elle se dissout dans l'eau sans mettre en liberté de gaz, mais avec un grand dégagement de chaleur. La composition de ce corps a été obtenue ainsi : le sodium a été tantôt pesé à cet état au début de l'expérience, et tantôt dosé à l'état de sulfate; l'oxygène a été dosé par différence et, dans quelques expériences, on a mesuré le volume de ce gaz qui avait été absorbé; l'ammoniac a été dosé volumétriquement après avoir été séparé de la soude par distillation. Voici les résultats d'une analyse.

	Calculé pour $2NaO, AzH^3$.	Trouvé.
Na............	58,23	58,45
AzH^3..........	21,52	22,08
O.............	20,25	19,45

» Ces résultats conduisent à la formule brute $2NaO, AzH^3$ que l'on peut écrire $Az\left|\begin{matrix}H\\H\\Na\\Na\end{matrix}\right.O, HO$. Ce corps serait l'hydrate d'oxyde de disodammonium. Je rappellerai, à ce propos, que dans l'action du chlorure de sodium sur le sodammonium (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 392), j'ai obtenu le composé AzH^2Na^2Cl que l'on peut considérer comme le chloruré de disodammonium.

» Mais, lorsque le composé $2NaO, AzH^3$ est obtenu, l'action de l'oxygène n'est pas épuisée, car on peut fixer sur cette masse gélatineuse en suspension dans l'ammoniac deux nouveaux équivalents d'oxygène. Le composé obtenu NaO^3 ne contient plus d'ammoniac; il est rose pâle. Traité par l'eau, il dégage de l'oxygène et se transforme en l'hydrate de bioxyde décrit par M. Vernon-Harcourt. Voici les résultats des deux analyses :

	Calculé pour NaO^3.	Trouvé. I.	Trouvé. II.
Na............	48,94	48,74	49,59
O.............	51,06	51,26	50,41

» Ces deux composés $2NaO, AzH^3$ et NaO^3 se forment simultanément au début, si l'oxydation est menée rapidement. Dans ce cas, si l'on analyse le produit au moment où la disparition de la couleur du sodammonium peut faire croire que la réaction est terminée, on trouve des compositions très variables pour les produits obtenus d'une expérience à l'autre. Si, au contraire, l'oxydation est produite lentement, comme le trioxyde a la propriété d'oxyder le sodammonium en donnant $2NaO, AzH^3$, celui qui a pu se former est détruit et l'on n'obtient que le premier composé.

» On voit donc que, à cette basse température, il est possible de pousser l'oxydation du sodium plus loin qu'on ne l'avait fait jusqu'ici. Gay-Lussac avait obtenu un oxyde qui, pour 1 équivalent de sodium, ne contenait pas plus de 1 équivalent et demi d'oxygène. M. Vernon-Harcourt avait obtenu comme limite le composé NaO^2.

» *Action sur le potassammonium.* — Le produit obtenu au moment où la solution de potassammonium est décolorée a pour composition KO^2 quand on a opéré lentement. Ce produit se présente sous forme d'un précipité gélatineux lorsqu'il est en suspension dans l'ammoniac liquéfié; il est d'un rose un peu plus foncé que le composé $2NaO, AzH^3$. Quand on a obtenu ce corps, l'action de l'oxygène n'est pas épuisée, car ce gaz continue d'être absorbé et la matière prend une couleur plus foncée rappelant le rouge brique; puis, l'oxydation continuant, sa couleur devient plus claire pour devenir à la fin jaune de chrome. Au moment où la coloration est la plus foncée la composition correspond à peu près à la formule KO^3. Le composé jaune, produit ultime de l'oxydation, a la formule KO^4. Voici le résultat des analyses des composés KO^2 et KO^4 :

	Bioxyde KO^2.		Tétraoxyde KO^4.	
	Calculé.	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.
K............	70,90	68,96	55,00	55,81
O............	29,10	31,04	45,00	44,19

» Le bioxyde de potassium se dissout dans l'eau et donne une liqueur douée de propriétés oxydantes mais assez stable. Le tétraoxyde peut aussi être dissous dans l'eau, mais cette dissolution est accompagnée d'un dégagement abondant d'oxygène.

» Il m'est arrivé à deux reprises, en faisant arriver une goutte d'eau dans le tube où était renfermé le bioxyde, de voir une explosion se produire; en examinant aussitôt après les débris du tube on constate la présence d'une matière jaune qui semble être le tétraoxyde et d'une matière vio-

lacée qui dégage en présence de l'eau un gaz inflammable et qui semble être du potassium. Dans ces conditions le bioxyde semble donc se dédoubler en potassium et en tétraoxyde; c'est une réaction analogue à celle que M. Ditte a signalée pour le protoxyde d'étain que la chaleur dédouble en étain et bioxyde d'étain (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXVII, p. 170).

» Dans une prochaine Communication, j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats que j'ai obtenus en faisant agir sur les mêmes ammoniums différents gaz, en particulier le bioxyde d'azote et l'oxyde de carbone. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le soufre mou trempé à l'état de vapeur.* Note de M. **Jules Gal**, présentée par M. L. Troost.

« En recevant à la surface de l'eau du soufre vaporisé, j'ai précédemment obtenu des lames élastiques, forme nouvelle du soufre mou (*Comptes rendus*, mai 1892).

» L'expérience répétée à la surface de différents bains avait donné des variations remarquables dans l'élasticité du soufre, qui me faisaient soupçonner des variations correspondantes dans la richesse en soufre insoluble. En outre et surtout l'influence de la nature du bain, déjà signalée par M. Berthelot (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLIX, p. 476) dans la trempe du soufre fondu, devait, par analogie, se manifester aussi dans la trempe du soufre vaporisé.

» J'ai chauffé le soufre à l'ébullition dans un petit ballon dont le col incliné amenait la vapeur à la surface des liquides étudiés et maintenus au voisinage de 0°. L'eau, l'acide chlorhydrique et l'acide azotique ordinaires, des dissolutions de potasse, de soude et de gaz acide sulfureux m'ont donné sensiblement les mêmes résultats : environ 45 de soufre insoluble pour 100 de soufre condensé. Mais avec l'acide sulfurique la proportion de soufre insoluble s'élève à 72 pour 100. Avec l'ammoniaque elle tombe à 15 pour 100. Le soufre condensé dans ce dernier cas n'est pas mou et les lames qu'il forme sont fragiles et se plissent mal. Mais il n'y a pas de relation entre l'élasticité du soufre et sa richesse en soufre insoluble, comme je l'avais cru d'abord. En effet, le soufre condensé à la surface d'un bloc de glace fondante est très élastique et ne contient pourtant que 20 pour 100 de soufre insoluble.

» J'ai étudié ensuite l'influence de la température du bain où l'on trempe le soufre vaporisé. Les résultats de ces expériences sont donnés dans les cinq colonnes du Tableau suivant :

A soufre vaporisé à 300° bain d'acide sulfurique
A' » 440° »
E soufre vaporisé à 300°, bain d'eau,
E' soufre vaporisé à 440°, bain d'eau,
L soufre à 440° et trempé liquide dans l'eau.

» Les nombres des colonnes A' et E' ont été obtenus en opérant avec un petit ballon comme il a été dit plus haut.

» Pour opérer à 300° (colonnes A et E), le soufre était chauffé dans un long tube au bain d'huile : la vapeur de soufre était entraînée à des intervalles égaux d'une demi-minute par la compression d'une poire en caoutchouc qui aspirait et refoulait de l'acide carbonique, lequel passait d'abord dans un tube vide, chauffé par le même bain d'huile que le tube contenant le soufre.

» Enfin les nombres de la colonne L se rapportent à du soufre bouillant et coulé à l'état liquide en filaments minces dans de l'eau, et au sein d'une atmosphère d'acide carbonique, avec les précautions indiquées par M. Berthelot (*loc. cit.*) :

Température du bain.	Soufre insoluble pour 100.				
	A.	A'.	E.	E'.	L.
— 10°..........	55	»	»	»	»
0..........	45	72	33	50	60
10..........	»	»	34	40	60
30..........	45	»	36	40	60
40..........	»	60	37	40	58
60..........	45	»	39 (1)	40	52
90..........	»	»	»	»	36
110..........	45	»	»	»	»
130..........	»	37 (2)	»	»	»
160..........	»	29	»	»	»

» Je m'étais attendu à voir la proportion de soufre insoluble s'abaisser

(1) Quand l'eau est au-dessus de 60° la vapeur de soufre ne se condense plus à sa surface.

(2) Quoique le bain soit au-dessus de 120° le soufre se condense d'abord en pellicules solides et ne fond pas ou fond à peine si on le retire au fur et à mesure.

à mesure que le bain devient plus chaud : ces prévisions ne sont réalisées nettement que pour le soufre trempé à l'état liquide. La trempe du soufre vaporisé a donné des résultats assez curieux et qui ne pouvaient se prévoir par analogie.

» Le nouveau procédé qui m'a donné du soufre mou (trempe du soufre vaporisé) se prête aisément à quelques modifications. La distillation de la pyrite de fer, par exemple, donne du soufre qui se condense à la surface de l'eau en lames élastiques, contenant de 60 à 70 pour 100 de soufre insoluble.

» On obtient encore du soufre mou en recevant à la surface d'un bain froid la flamme d'un gaz sulfuré, acide sulfhydrique ou vapeur de sulfure de carbone. L'hydrogène et le carbone brûlent d'abord et le soufre en suspension dans la flamme se dépose à l'état de soufre mou. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage du manganèse par les méthodes oxydimétriques.* Note de M. **Adolphe Carnot**, présentée par M. Daubrée.

« Lorsque l'état d'oxydation du manganèse est exactement connu, on peut déterminer la proportion du métal en faisant le dosage de l'oxygène. Or le dosage de l'oxygène disponible peut s'obtenir dans des conditions rapides et satisfaisantes, soit par un procédé gazométrique, comme celui que j'ai présenté dans la dernière séance, fondé sur la décomposition mutuelle du suroxyde de manganèse et de l'eau oxygénée et sur la mise en liberté d'oxygène en quantité double de celui qui est à déterminer ([1]), soit par l'un des nombreux procédés oxydimétriques qui ont été proposées, dont le meilleur me paraît être, au point de vue de la rapidité et de l'exactitude, celui qui emploie les liqueurs titrées d'acide oxalique et de permanganate de potasse ([2]).

» Mais, pour être en droit de substituer le dosage de l'oxygène disponible à celui du manganèse, il faut être sûr de la proportion relative des

---

([1]) Un procédé gazométrique analogue a été donné antérieurement par Lunge et par Baumann (*Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1890). Les appareils sont différents; mais la réaction chimique est la même dans tous les cas. Je m'empresse de signaler cette antériorité, qui m'avait échappé.

([2]) *Méthode de Hempel* (*Traité d'Analyse* de Mohr, p. 187).

deux éléments. Je vais passer en revue les moyens par lesquels on peut amener le métal à un degré d'oxydation exactement connu.

» I. La calcination faite au contact de l'air, pendant un temps assez long et à température très élevée, transforme les différents oxydes en un composé, qui a presque rigoureusement pour formule Mn^3O^4; mais différentes circonstances, notamment le contact de corps réducteurs ou la présence de bases fortes, comme les alcalis ou les terres alcalines, peuvent modifier cette composition. D'autre part, il faut remarquer que le dosage de 3 équivalents de manganèse devra se déduire de celui d'un seul équivalent d'oxygène, ce qui rend le dosage peu précis.

» II. La dissolution du manganèse par l'acide azotique, suivie de l'évaporation à sec et de la calcination ménagée du résidu jusqu'à disparition de toute vapeur nitreuse, fournit un oxyde noir, que l'on considère habituellement comme du bioxyde, mais dont la composition est, en réalité, assez éloignée de MnO^2. On s'en rapproche en répétant deux ou trois fois l'évaporation avec de l'acide nitrique et la calcination au-dessous de 200°; mais, malgré ces précautions, le degré d'oxydation demeure incertain.

» III. Si l'on dissout le manganèse dans l'acide azotique concentré et qu'on projette, par petites portions à la fois, du chlorate de potasse en petits fragments dans la solution chaude jusqu'à ce que la réaction paraisse achevée, on obtient un résidu noir, qui a la composition du bioxyde de manganèse. Les autres métaux sont, en général, dissous; cependant la totalité du fer n'est pas éliminée du premier coup.

» Le résidu, qui est insoluble dans l'acide azotique seul, peut au contraire être très aisément dissous par cet acide avec l'aide de l'eau oxygénée. Par évaporation et addition nouvelle d'acide azotique concentré et de chlorate de potasse, on peut arriver à un produit ne contenant plus qu'une quantité minime de fer et où le manganèse est à l'état MnO^2.

» Je me suis assuré qu'après un bon lavage à l'eau d'abord froide, puis bouillante, le bioxyde ainsi préparé, soit par une, soit par deux précipitations, peut se doser exactement par la méthode oxydimétrique.

» IV. Les résultats sont plus sûrs encore avec la méthode plus facile de l'eau oxygénée et de l'ammoniaque, méthode qne j'ai déjà exposée sommairement en 1888 et sur laquelle j'ai fait, depuis cette époque, de nombreuses séries d'expériences.

» En versant dans la solution de manganèse de l'eau oxygénée, soit en excès, soit en quantité seulement suffisante, puis sursaturant rapidement

la liqueur par l'ammoniaque et portant à l'ébullition pendant quelques minutes, on obtient un précipité brun foncé, dans lequel le degré d'oxydation du manganèse est exprimé très exactement par la formule Mn^6O^{11} ou $5MnO^2.MnO$. Le dosage volumétrique et le dosage gazométrique ont montré que 6 équivalents de manganèse correspondent avec une grande précision à 5 équivalents d'oxygène disponible.

» L'opération étant extrêmement simple et rapide, cette méthode m'a paru susceptible de fréquentes applications et j'ai étudié avec soin l'influence des circonstances diverses qui peuvent se présenter.

» J'ai reconnu que les sels ammoniacaux (azotate, chlorhydrate et surtout acétate) en quantités importantes (de 10 à 20^{gr}) gênent la formation du suroxyde Mn^6O^{11}, mais que leur influence peut être combattue par l'emploi d'une quantité plus grande d'eau oxygénée.

» Si la précipitation du manganèse se fait en présence de sels de cuivre, de zinc, de nickel ou de cobalt, une petite partie de ces oxydes, bien que solubles dans l'ammoniaque et les sels ammoniacaux, est retenue par le bioxyde de manganèse, avec lequel ils tendent à former des manganites comparables au manganite de manganèse $5MnO^2.MnO$; mais on réussit à les faire entièrement disparaître et à obtenir le suroxyde de manganèse pur Mn^6O^{11}, en redissolvant sur le filtre par l'acide azotique très étendu et l'eau oxygénée et en précipitant de nouveau par l'ammoniaque. Avec de grandes quantités de cuivre, de nickel ou de zinc, il suffit de trois précipitations; il en faut cinq avec le cobalt. On peut ensuite faire très exactement le dosage volumétrique aussi bien que le dosage pondéral du manganèse.

» L'oxyde de fer, qui accompagne le manganèse dans sa précipitation et ferait obstacle à son dosage pondéral, n'altère pas la précision de son dosage volumétrique, tant qu'il ne domine pas. Lorsqu'il y a plus de fer que de manganèse, le dosage devient moins bon; il convient alors d'éliminer la plus grande partie du fer par un traitement à l'acide azotique et au chlorate de potasse (III). Le résidu insoluble, dissous par l'acide azotique et l'eau oxygénée et précipité de nouveau par l'ammoniaque, se prête alors parfaitement au dosage volumétrique ou au dosage gazométrique.

» Ce procédé réussit très bien avec les minerais de manganèse et de fer, avec les fontes, les spiegels, les ferromanganèses.

» V. On peut aussi précipiter le manganèse à l'état de suroxyde, par l'emploi du brome et de l'ammoniaque à froid, en ayant soin de laisser le

brome longtemps en digestion avec la liqueur presque neutre, ou, pour aller plus vite, en répétant deux fois les additions de brome et d'ammoniaque. Le manganèse se dépose sous la forme d'oxyde presque noir, ayant pour composition Mn^6O^{11}; mais, avant de procéder au dosage oxydimétrique, il est indispensable de soumettre le précipité à un lavage très prolongé à l'eau bouillante. Cette méthode est donc moins à recommander que la précédente, qui est plus rapide et plus sûre.

» En résumé, le dosage de manganèse, soit dans les minerais, soit dans les produits métallurgiques, se fait très facilement et exactement d'après celui de l'oxygène, lorsque le métal a été préalablement amené à un état d'oxydation bien déterminé, soit par la méthode du chlorate de potasse, soit par la méthode de l'eau oxygénée, et parfois au moyen de ces deux méthodes combinées. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur le produit d'asymétrie.* Note de M. **Ph.-A. Guye**, présentée par M. Friedel.

« Par définition, le produit d'asymétrie est égal au produit des six perpendiculaires abaissées du centre de gravité d'un schéma tétraédrique sur les six plans primitifs de symétrie du tétraèdre régulier ([1]). Suivant que les masses des quatre groupes, liés au carbone, sont supposées placées aux quatre sommets du tétraèdre, ou situées à des distances variables, ou enfin susceptibles d'éprouver des déplacements latéraux, ce produit est représenté par des formules plus ou moins complexes, que je désire passer en revue.

([1]) Guye, *Comptes rendus*, t. CX, p. 716; 1890. *Thèse*, Paris; 1891. *Arch. Sc. ph. nat.*, (3), t. XXVI, p. 97; Genève, 1891. *Ann. de Chim. et de Phys.* (6), t. XXV, p. 145. *Conférences à la Société chimique*, p. 149; Paris, 1890. A ce propos, je crois devoir attirer l'attention sur une publication de M. Crum Brown, président de la Société chimique de Londres, publiée très peu de temps après ma Note aux *Comptes rendus*, dans laquelle se trouvent des vues très voisines de celles que j'ai moi-même exposées (voir *Proc. of Roy. Soc. Edinburgh*, p. 181, 2 juin 1890). Si je n'ai pas encore fait mention de ce travail, c'est que le Recueil où il a paru m'était peu accessible, au moment où j'ai rédigé mon Mémoire sur la question. Je regrette d'autant plus cet oubli, que M. Crum Brown, avec une grande courtoisie, a aussitôt abandonné les recherches qu'il avait entreprises sur ce sujet, sur lequel ma publication a précédé la sienne de quelques semaines seulement. Qu'il me soit donc permis d'émettre le vœu que M. Crum Brown reprenne la suite de ses travaux dans ce domaine, qui est certainement aussi le sien.

» *Premier cas.* — Le tétraèdre est régulier, et les masses sont censées occuper les quatre sommets du tétraèdre.

» Désignons par a, b, c, d les masses, par l leur distance au centre de figure du tétraèdre. Relativement à un plan quelconque de symétrie, que nous appellerons le plan 1, deux des masses se trouvent en dehors du plan; soient, par exemple, a et b, tandis que les deux autres, c et d, sont dans le plan. Les droites, menées du centre de figure du tétraèdre aux sommets a et b, font, avec le plan 1, un angle α constant, qui, dans le cas du tétraèdre régulier, est de $54°44'$.

» Pour évaluer la longueur d_1 de la perpendiculaire abaissée du centre de gravité du schéma tétraédrique sur le plan 1, il est avantageux de choisir un système d'axes orientés de la façon suivante : deux de ces axes sont dans le plan 1, le troisième est perpendiculaire à ce plan, les longueurs comptées sur ce dernier axe étant positives ou négatives, suivant qu'elles sont situées d'un côté ou de l'autre du plan 1. Les coordonnées des deux masses a et b, non situées dans le plan 1, seront, par rapport à ce troisième axe : $+l\sin\alpha$ et $-l\sin\alpha$. Appliquant les formules générales relatives à la recherche des centres de gravité, on aura

$$d_1 = \frac{(a-b)\,l\sin\alpha}{a+b+c+d}. \tag{1}$$

» On trouvera des expressions semblables pour chacune des cinq autres perpendiculaires d_2, d_3, ..., d_6, de telle sorte que le produit d'asymétrie P sera

$$P = \frac{(a-b)(a-c)(a-d)(b-c)(b-d)(c-d)}{(a+b+c+d)^6}(l\sin\alpha)^6. \tag{2}$$

» *Deuxième cas.* — Les masses a, b, c, d sont concentrées à des distances différentes l, m, n, p du centre de figure du tétraèdre primitif, mais toujours placées sur le prolongement des droites menées du centre de figure aux quatre sommets d'un tétraèdre régulier.

» Les deux masses b et c seront encore situées dans le plan 1; par rapport à un système d'axes choisis comme précédemment, les coordonnées de a et de b, perpendiculaires au plan 1, seront alors

$$+l\sin\alpha \quad \text{et} \quad -m\sin\alpha.$$

On aura donc

$$(3)\quad d_1 = \frac{(al - bm)\sin\alpha}{a+b+c+d},$$

$$(4)\quad \mathrm{P} = \frac{(al-bm)(al-cn)(al-dp)(bm-cn)(bm-dp)(cn-dp)}{(a+b+c+d)^6}(\sin\alpha)^6.$$

» *Troisième cas.* — Les masses a, b, c, d sont encore à des distances différentes l, m, n, p du centre de figure du tétraèdre primitif; en outre, en raison des actions réciproques des groupes a, b, c, d les uns sur les autres, les droites l, m, n, p forment, avec les plans primitifs de symétrie, des angles différents les uns des autres. Désignons par $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \ldots, \alpha_6$ les angles formés par la droite l avec chacun des six plans primitifs de symétrie; on aura de même $\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_6$ angles de m; $\gamma_1, \gamma_2, \ldots, \gamma_6$ angles de n; $\delta_1, \delta_2, \ldots, \delta_6$ angles de p avec les six plans 1, 2, ..., 6.

» Dans ce cas, les deux masses c et d se trouveront généralement en dehors du plan 1. On aura donc, si a et b ne sont pas du même côté du plan,

$$(5)\qquad d_1 = \frac{al\sin\alpha_1 - bm\sin\beta_1 + (cn\sin\gamma_1 + dp\sin\delta_1)}{a+b+c+d}.$$

» Si les angles α_1, β_1 sont voisins de $54°44'$, et les angles γ_1, δ_1 voisins de $0°$, en d'autres mots, si le tétraèdre est peu déformé, les termes du numérateur placés entre parenthèses seront petits relativement aux deux premiers, d'autant plus qu'ils pourront très bien être de signes contraires si les masses c et d ne se trouvent pas d'un même côté du plan 1. Posons donc $k_1 = cn\sin\gamma_1 + dp\sin\delta_1$ et désignons ce terme k_1 sous le nom de *terme correctif*. Pour chacun des autres plans, on trouvera un terme analogue, soit $k_2, k_3, \ldots, k_6$.

» Posons aussi pour abréger $al\sin\alpha_1 = \mathrm{A}_1$, $al\sin\alpha_2 = \mathrm{A}_2$, ..., $dp\sin\delta_6 = \mathrm{D}_6$; le produit d'asymétrie sera

$$\mathrm{P} = \frac{(\mathrm{A}_1 - \mathrm{B}_1 + k_1)(\mathrm{A}_2 - \mathrm{C}_2 + k_2)(\mathrm{A}_3 - \mathrm{D}_3 + k_3)(\mathrm{B}_4 - \mathrm{C}_4 + k_4)(\mathrm{B}_5 - \mathrm{D}_5 + k_5)(\mathrm{C}_6 - \mathrm{D}_6 + k_6)}{(a+b+c+d)^6}.$$

» Cette expression représente le produit d'asymétrie sous sa forme générale. Elle dépend d'un trop grand nombre d'inconnues pour se prêter à des vérifications quelconques; par contre, on peut lui faire subir le contrôle de l'expérience dans certains cas particuliers qui feront l'objet d'une très prochaine Communication ([1]). »

([1]) Genève, laboratoire de Chimie de l'Université, juin 1893.

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la fermentation alcoolique des topinambours, sous l'influence des levures pures.* Note de M. **Lucien Lévy** [1], présentée par M. Henri Moissan.

« Dans ces dernières années, plusieurs expérimentateurs ont utilisé des levures pures de vin pour différentes fermentations. C'est ainsi que l'on a obtenu des résultats favorables avec les grains et les betteraves. J'ai pensé qu'il serait intéressant d'appliquer la même méthode aux topinambours. Ces tubercules sont, en effet, très riches en matières sucrées difficilement inversibles, et la lenteur de la fermentation qui résulte de cette stabilité est une source de déboires dans la conduite de l'opération suivant la méthode courante. J'ai employé, dans les recherches que je vais décrire, une levure de Romané Conti, spécialement préparée pour moi par M. G. Jacquemin, ce dont je dois ici le remercier bien sincèrement.

» Les tubercules lavés, coupés en tranches fines, sont épuisés par quatre fois leur poids d'eau à 60°, contenant 2 pour 1000 de bitartrate de potasse ; après un contact de quatre ou cinq heures, on décante et l'on traite de nouveau par la même quantité d'eau acidulée. Les eaux d'épuisement réunies constituent un liquide de densité 1,03 ou 1,04 au plus, c'est-à-dire moins lourd que le moût de betteraves dont on se sert habituellement. Le moût de topinambours marquant 1,07 fermente très mal, du moins sous l'influence de la levure employée.

» Le moût qui doit être soumis à la fermentation est stérilisé par trois ébullitions faites à vingt-quatre heures d'intervalle les unes des autres, puis ensemencé avec de la levure précédente ou mieux avec un levain constitué par une culture de cette levure dans du moût d'orge acidulé et non houblonné. Dans ces conditions la fermentation se met plus rapidement en marche ; le passage d'un courant d'air stérilisé active la fermentation de telle sorte qu'à la température de 20°-25° elle est terminée en trois jours.

» On soumet le liquide ainsi obtenu à une première distillation, en recueillant un volume d'alcool égal à la moitié du volume du vin, puis à une seconde distillation dans les mêmes conditions. Enfin le flegme est rectifié par distillation fractionnée à l'aide d'un appareil à boules.

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Jungfleich, à l'École de Pharmacie.

» Au début, il se produit quelques bulles d'un liquide bouillant à 25°-28°, ayant l'odeur et les propriétés réductrices de l'aldéhyde. Il est sans doute constitué pour la majeure partie de ce composé.

» Puis, le thermomètre monte rapidement à 77°,5-78°; il passe un liquide alcoolique marquant 90°G.-L. et doué encore d'une odeur piquante et de propriétés réductrices; le poids de l'alcool contenu dans ce liquide ne représente pas 4 pour 1000 du poids des topinambours, c'est-à-dire 5 pour 100 de celui de l'alcool total produit.

» La température s'élevant à 79°-79°,5, il distille alors un liquide de très bon goût marquant 92°G.-L.-93°G.-L. et renfermant un poids d'alcool pur dépassant les $\frac{5}{100}$ du poids des topinambours ou les $\frac{76}{100}$ de l'alcool total.

» Après le passage de ce liquide, le thermomètre s'élève à 80° : il distille à ce moment un liquide d'odeur moins parfaite, mais constituant encore un alcool de bon goût et contenant environ les $\frac{16}{100}$ de l'alcool total.

» Le thermomètre ne tarde pas à s'élever rapidement vers 95°, un liquide trouble à odeur butyreuse distille; enfin la température atteint 100°. La quantité d'alcool récoltée pendant cette période de la distillation représente environ 1,6 pour 100 de l'alcool total produit.

» J'ai comparé ces résultats à ceux de la distillation fractionnée d'un alcool de topinambours industriel, et d'un alcool produit par moi à l'aide de la levure de boulangerie ordinaire. Ils sont nettement plus avantageux, tant par la qualité que par la quantité du produit.

» La méthode que je viens de décrire est en définitive intéressante à deux points de vue : 1° elle donne très peu de produits de tête et 2° elle fournit une forte proportion d'alcool de bon goût.

» Je me propose dans la prochaine campagne d'étudier l'emploi d'autres espèces de levures et de poursuivre l'étude analytique des flegmes obtenus. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle série de matières colorantes.* Note de M. A. TRILLAT, présentée par M. Schützenberger.

« L'aldéhyde formique agit avec une extrême facilité sur l'aniline même en solution aqueuse [1] pour donner l'anhydroformaldéhydaniline

$$C^6H^5Az : CH^2.$$

---

(1) *Comptes rendus*, 31 avril 1893.

Je me suis appliqué à chercher quelle serait l'action de cette aldéhyde sur les combinaisons plusieurs fois amidogénées et, dans ce but, j'ai choisi dans diverses séries celles des matières colorantes dans lesquelles se trouvent des hydrogènes libres fixés à des azotes.

» J'ai obtenu ainsi de nombreuses transformations, non seulement dans les dérivés du triphénylméthane, mais aussi dans une foule d'autres séries. Toutes ces nouvelles matières colorantes doivent être caractérisées par la transformation du résidu AzH^2 ou $Az = CH^2$.

» *Hypothèse sur la constitution des couleurs transformées.* — Puisque l'aniline donne avec l'aldéhyde formique le composé $C^6H^5Az : CH^2$, on peut supposer que, pour un corps plus compliqué, le diamidodiphénylméthane, par exemple, le produit de la réaction avec la formaldéhyde serait $CH^2 = (C^6H^4Az : CH^2)^2$. Afin de vérifier cette hypothèse, j'ai fait agir la formaldéhyde sur la *p*-leucaniline dans l'espérance d'obtenir le dérivé $CH \equiv (C^6H^4Az : CH^2)^3$.

» La *p*-leucaniline étant dissoute dans un mélange d'eau et d'alcool, l'addition de quelques gouttes de formaldéhyde précipite une poudre blanche qui bleuit à l'air, soluble dans les acides, décomposable par les alcalis et fondant vers 198°. L'analyse a donné des résultats qui correspondraient à la *p*-leucaniline dans laquelle deux groupes phényliques auraient subi la transformation.

» Afin d'obtenir une transformation plus complète, j'ai essayé de condenser en présence d'un acide. L'analyse a donné la même teneur en azote pour le nouveau produit : la transformation est donc restée stationnaire, mais le produit est devenu insoluble dans les acides. On peut supposer aussi que la modification soluble est un mélange de leucanilines plus ou moins méthylénées; on observe d'ailleurs un fait analogue dans les méthylations et les benzylations de la rosaniline.

» Voici le résumé de l'étude de l'action de la formaldéhyde sur 1° *la rosaniline;* 2° *la safranine;* 3° *la chrysaniline;* 4° *l'amidoalizarine;* 5° *la série azoïque.*

» 1° *Dérivé de la rosaniline.* — M. Lauth avait déjà trouvé que l'aldéhyde acétique agissait sur la rosaniline en présence d'un acide minéral. Il supposa que la nouvelle couleur était constituée par la fixation de groupes éthyléniques, ce qui paraîtrait être confirmé par les résultats analogues obtenus par l'aldéhyde formique.

» Le violet de M. Lauth désigné sous le nom de *violet à l'aldéhyde* est une magnifique matière colorante mais douée d'une instabilité, à la lumière,

remarquable. Le violet à l'aldéhyde formique a la même pureté de ton et la même instabilité. On l'obtient en dissolvant 50^{gr} de rosaniline dans 500^{gr} d'eau acidulée par 25^{gr} d'acide sulfurique et en ajoutant à chaud 25^{gr} d'aldéhyde formique à 40 pour 100. On continue de chauffer jusqu'à ce que la nuance ne change plus. La base une fois isolée a un reflet métallique; elle est facilement soluble dans les acides; ses teintures résistent bien au savonnage, mais elles sont peu stables.

» *Dérivé de la rosaniline sulfonée.* — Tandis que la rosaniline ainsi transformée donne en teinture des nuances bleues instables, la présence du groupe SO^3 semble modifier considérablement la couleur. La condensation est beaucoup plus longue : le nouveau violet acide obtenu est un peu plus rouge, il est moins résistant au lavage, mais il est stable à la lumière.

» 2° *Dérivé de la safranine.* — La substitution des hydrogènes disponibles d'une safranine par le groupe $= CH^2$ se fait avec la même facilité. 100^{gr} de safranine sont dissous dans un grand excès d'acide chlorhydrique. On ajoute, à la température de 40°, 35^{gr} de la solution de formaldéhyde à 40 pour 100. Quand la nuance ne varie plus, on étend à l'eau et l'on purifie par les procédés ordinaires. Les sels de la safranine transformés peuvent cristalliser : ils sont doués d'un reflet métallique très brillant. Ils teignent facilement la soie, la laine et le coton, sans mordants. La couleur résiste au savonnage à chaud d'une manière remarquable. La réaction peut être ainsi formulée :

$$2CH^2O + C^{18}H^{15}Az^4Cl = 2H^2O + [CH^2 = AzC^6H^3Az^2Cl(C^6H^4)^2Az = CH^2].$$

» 3° *Dérivé de la phénylacridine.* — La phosphine ou diamidophénylacridine $C^{19}H^{15}Az^3$ se transforme par le même procédé en un dérivé méthyliné $C^{19}H^{11}Az^3(CH^2)^2$.

» La nuance jaune de la phosphine est transformée en une couleur orange. La nouvelle base est peu soluble dans les acides. Elle a les mêmes propriétés tinctoriales que la chrysaniline.

» 4° *Dérivé de l'amidoalizarine.* — La formaldéhyde agit sur l'α- et la β-amidoalizarine dissoutes dans un grand excès d'acide sulfurique. Le nouveau produit résultant donne en teinture des nuances légèrement plus violacées.

» *Dérivés azoïques. Dérivé azoïque simple.* — En chauffant au bain-marie un mélange de chrysoïdine, d'acide sulfurique et de formaldéhyde, on obtient, en même temps que des produits résineux, une nouvelle matière colorante difficile à purifier et teignant le coton non mordancé en rouge

brique. Par analogie, elle aurait la constitution

$$[C^6H^5Az = AzC^6H^3 = (Az = CH^2)^2].$$

» *Dérivé tétrazoïque.* — 20^{gr} de rouge congo sont dissous dans 300^{gr} d'eau. On ajoute 8^{gr} de la solution de formaldéhyde et l'on chauffe au bain-marie sans ajouter un acide. Par ce traitement, le rouge congo est transformé en une matière colorante jaune ayant les mêmes propriétés tinctoriales que la matière première.

» Le brun bismark, les indulines, etc. donnent des transformations analogues.

» *Conclusions.* — De l'ensemble des résultats obtenus, on peut conclure : 1° que la formaldéhyde réagit facilement sur les amines aromatiques simples ou composées dont un hydrogène au moins de l'azote est disponible; 2° que la nuance des matières colorantes amidées est profondément modifiée par cette substitution; en général elle va de gauche à droite dans la disposition des couleurs du spectre ([1]). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'assimilation de l'azote gazeux de l'atmosphère par les microbes.* Note de M. S. **Winogradsky**, présentée par M. Duclaux.

« La question de l'assimilation de l'azote gazeux par les organismes a déjà été l'objet d'études très remarquables de la part de M. Berthelot, MM. Hellriegel et Willfarth, M. Prazmowski, MM. Schlœsing fils et Laurent et de plusieurs autres savants.

» On est sûr maintenant que l'assimilation de l'azote gazeux par la matière vivante peut résulter de la symbiose des légumineuses avec les microbes; on sait aussi que des mélanges d'organismes inférieurs peuplant le sol, algues vertes ou microbes, peuvent transformer l'azote libre en azote combiné. Mais jusqu'à présent on ne connaît aucune espèce déterminée qu'on pourrait, avec sûreté, désigner comme douée de cette fonction.

» En abordant ce problème, je me suis proposé de chercher s'il existe dans le sol des espèces déterminées de microbes fixateurs d'azote, et je demande à l'Académie la permission de lui exposer sommairement les résultats de mes premières recherches.

([1]) Travail fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.

» La méthode que j'ai employée est la culture méthodique et suivie dans un milieu rigoureusement privé d'azote, mais contenant une substance fermentescible : une solution de sels minéraux, additionnée de sucre. L'eau distillée et les sels ont été spécialement préparés pour ces expériences. Le sucre était de la dextrose très pure, préparée d'après la méthode Soxhlet ; elle ne contenait aucune trace d'azote.

» La culture se faisait dans des matras à fond plat qu'on tenait sous de grandes cloches ajustées à l'émeri sur des plaques de verre dépoli. L'air extérieur ne pouvait y pénétrer qu'après avoir traversé des flacons-laveurs remplis de potasse et d'acide sulfurique. Je me servais aussi d'appareils spéciaux de culture, à large surface, fermés à l'émeri et parcourus par de l'air filtré au travers d'une bourre de coton, de la ponce potassée et de la ponce sulfurique, enfin lavé par de l'eau.

» Les cultures faites dans ces conditions ont bientôt acquis des caractères assez constants. Chaque fois on remarquait un dégagement de gaz, la production d'un acide qui était en majeure partie de l'acide butyrique, enfin la présence de masses zoogléiques mamelonnées, gonflées par les bulles de gaz aussi longtemps qu'il y avait encore du sucre dans la solution. Ces masses étaient formées par un grand bacille, contenant souvent des spores. Tandis que les autres organismes, présents dans le liquide, montraient des airs de souffrance non douteux, ces bacilles frappaient par leur aspect absolument normal, leur coloration intense par les couleurs d'aniline, ainsi que par la richesse relative de leur développement.

» Je n'ai pas réussi jusqu'ici à isoler cet organisme (qui s'est montré singulièrement réfractaire à la culture sur milieux gélatinisés) à l'état de pureté complète [1]. Deux autres espèces, bien distinctes, de bacilles sont encore présentes dans le liquide, quoique leur développement y soit souvent tout à fait insignifiant. Faut-il attribuer à ces bacilles une part d'action dans le phénomène? Après les avoir isolés et étudiés à l'état de pureté, je ne le crois pas. Leur développement dans les cultures mêlées est toujours pauvre, quelquefois sûrement anormal. Ensemencés à l'état de pureté dans le même milieu, rigoureusement dépourvu d'azote, ils n'y croissent pas; mais des traces d'ammoniaque suffisent déjà pour provoquer une végétation assez énergique. Ni l'un, ni l'autre ne donnent ni gaz, ni acide butyrique, qui

---

[1] L'emploi de la silice gélatineuse sucrée, qui paraissait le milieu le plus favorable pour opérer la séparation, n'a pas encore conduit au but. Ces essais seront continués.

dans mes expériences ont été toujours les symptômes sûrs de l'assimilation de l'azote gazeux. Tout cela fait supposer que ces microbes ne sont que des espèces capables de se développer dans des milieux très pauvres en azote combiné, mais incapables d'assimiler l'azote libre.

» Les caractères morphologiques du bacille qui possède cette faculté remarquable sont assez saillants. Les cellules jeunes ont l'aspect de bâtonnets cylindriques, larges de $1^{\mu},2$, deux à quatre fois plus longs, immobiles; la formation des spores est précédée par un renflement de la cellule, qui prend la forme d'un long ellipsoïde; à ce moment, l'iode la colore en noir en ne laissant que les deux pôles incolores. Après que la spore est mûre, la cellule mère contenant la spore se transforme en une sorte de sac ouvert ou élargi à l'un des bouts, qui ne se détruit que très lentement.

» On voit que cet organisme ressemble beaucoup au *Bacillus butylicus* de Fitz et à plusieurs autres organismes du groupe des ferments butyriques. Mais l'étude complexe des produits de fermentation de ce bacille n'étant encore qu'ébauchée, toute identification serait encore prématurée.

» Les dosages d'azote, à l'exception de deux, ont été exécutés d'après la méthode Kjeldahl, et ont tous porté sur la totalité de la culture, rapidement évaporée à sec, sous pression diminuée.

» Le titrage de l'acide (N/20) se faisait par l'hyposulfite de sodium après addition d'iodure et d'iodate de potassium. Les dosages des n°s 14 et 15 ont été effectués par la chaux sodée.

» On a déterminé à plusieurs reprises l'erreur qui pouvait résulter de l'impureté des réactifs employés, et la correction a été introduite dans les chiffres des dosages.

» Dans le Tableau qui suit, les poids de dextrose ne sont indiqués que pour donner la raison de l'importance si différente des gains d'azote. Dans plusieurs expériences, par exemple dans les six dernières, on n'a pas attendu que tout le sucre ajouté soit décomposé, et ce qui en restait n'a pas été dosé. La décomposition d'un gramme de sucre dans les cultures prospères ne prenait que trois à cinq jours. C'est le minimum. D'autres fois elle était beaucoup plus longue.

Numéros.	Dextrose ajoutée en grammes.	Azote ajouté en milligrammes.	Azote trouvé en milligrammes.	Gain d'azote en milligrammes.
1	1	»	3,0	3,0
2	1	»	2,3	2,3
3	1,5	»	4,5	4,5
4	6	»	10,4	10,4
5	3	»	8,9	8,9

Numéros.	Dextrose ajoutée en grammes.	Azote ajouté en milligrammes.	Azote trouvé en milligrammes.	Gain d'azote en milligrammes.
6	?	»	7,2	7,2
7	1	»	2,7	2,7
8	1	2,1	4,5	2,4
9	3	»	8,1	8,1
10	6	»	12,8	12,8
11	7	»	14,6	14,6
12	4	2,1	10,5	8,4
13	?	2,1	7,7	5,6
14	4	2,1	16,4	14,3
15	5	3,0	15,5	12,5
16	2	»	3,1	3,1
17	2	»	2,9	2,9
18	2	»	2,5	2,5
19	2	1,8	3,5	1,7
20	2	4,0	4,6	0,6
21	2	3,3	4,1	0,8

» Existe-t-il un rapport constant entre la quantité de sucre décomposé et d'azote assimilé? L'assimilation peut-elle se faire aux dépens d'autres substances organiques que le sucre, de celles notamment qu'on trouve dans le sol? Quelles sont les conditions de culture les plus favorables au point de vue du gain d'azote? Toutes ces questions sont à l'étude (¹). »

M. **Berthelot** présente, à la suite de cette Communication, les observations suivantes :

« Je suis heureux d'entendre la Communication de M. Winogradsky; il n'échappera à personne qu'elle présente une grande analogie, dans la méthode et dans les résultats, avec le Mémoire que j'avais lu moi-même à l'Académie, il y a près de deux mois (séance du 24 avril 1893, p. 842).

» La doctrine de la fixation de l'azote élémentaire par les organismes inférieurs du sol, doctrine que j'ai introduite dans la Science depuis huit années, se développe de plus en plus et la connaissance des mécanismes de cette fixation est, chaque jour, davantage approfondie. »

(¹) Le travail détaillé paraîtra dans les *Archives des Sciences biologiques* publiées par l'Institut de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le dédoublement de l'acide carbonique sous l'action de la radiation solaire.* Note de M. **A. Bach**, présentée par M. Schützenberger.

« En poursuivant les recherches résumées dans ma précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1145), je me suis attaché à démontrer la formation d'aldéhyde formique comme produit immédiat du dédoublement de l'acide carbonique hydraté. Sous ce rapport, la réaction récemment indiquée par M. A. Trillat (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 891) m'a donné des résultats qui semblent très probants.

» J'ai fait dissoudre 15^{cc} de diméthylaniline dans 300^{cc} d'eau acidulée par 15^{cc} d'acide sulfurique, et j'ai placé la dissolution dans trois flacons *a*, *b* et *c* exposés au soleil. Le flacon *a* est resté bouché; dans les deux autres, j'ai fait passer un courant d'acide carbonique après avoir enveloppé le flacon *c* de papier à filtrer gris. Au bout de deux heures, j'ai prélevé sur chaque flacon 30^{cc} de liquide. J'ai neutralisé par de la soude, chassé l'excès de diméthylaniline par une ébullition modérée, filtré, lavé et projeté du peroxyde de plomb sur les filtres humectés par de l'acide acétique. La solution *a* n'a pas donné de coloration bleue; la solution *b* a produit une coloration bleue intense due à l'oxydation du tétraméthyldiamidodiphénylméthane résultant de la combinaison de la diméthylaniline avec l'aldéhyde formique; la solution *c* a aussi fourni une coloration bleue, mais beaucoup plus faible que la précédente.

» Cette réaction est d'une extrême sensibilité. La radiation solaire très diffuse, et même la radiation d'une flamme de gaz, suffisent déjà pour provoquer le dédoublement de l'acide carbonique en présence de la diméthylaniline. J'ai fait des expériences comparatives au soleil, à la lumière diffuse et à la lumière d'une flamme de gaz. J'ai obtenu, dans la coloration bleue, une gradation d'intensité d'un très joli effet [1]. »

---

[1] Travail fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.

ZOOLOGIE. — *Sur la* Micronereis variegata (*Claparède*) [1]. Note de M. ÉMILE-G. RACOVITZA, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Cette petite Annélide a été trouvée pour la première fois par Claparède à Saint-Waast la Hougue; le même auteur la retrouve à Port-Vendres; enfin, en 1888, M. le baron de Saint-Joseph la fait figurer dans sa liste des Annélides de Dinard. Ces deux auteurs n'ont eu qu'un très petit nombre d'exemplaires, et, comme on le verra plus bas, rien que des femelles, ce qui explique pourquoi ils ne font pas mention de la différence sexuelle qui existe chez cette espèce.

» En effet, la *femelle*, dont les produits génitaux sont arrivés à maturité, possède vingt et une paires de pieds et a 4^{mm} de longueur. C'est cette forme qui a été décrite par Claparède et M. de Saint-Joseph.

» Le *mâle*, par contre, est beaucoup plus petit: plusieurs individus à produits sexuels murs n'atteignaient pas 2^{mm}. Le nombre des pieds est aussi moindre : seize à dix-sept paires. En outre, les mâles possèdent, à l'intérieur des deux rames ventrales de la troisième paire de pieds, des crochets particuliers qui n'existent pas chez les femelles. Ces crochets sont formés par une tige aplatie dont l'extrémité pointue est fortement recourbée et rejetée un peu de côté de la ligne médiane. Le sommet en croc, ainsi formé, porte six denticules. La partie recourbée, qui seule fait saillie à la surface du parapode, a son extrémité pointue dirigée en dedans et en haut, si l'on imagine l'animal placé sur un plan horizontal. Il y a deux de ces crochets dans chaque rame.

» On constate encore une autre différence importante entre le mâle et la femelle, qui tient à la forme des mâchoires; mais, pour comprendre la portée de ce fait, il faut d'abord exposer rapidement le développement de ces pièces buccales.

» Chez de tout jeunes individus ayant quatre paires de pieds, les deux mâchoires sont représentées par deux pièces ovalaires qui, à un bout, s'effilent en une pointe dirigée vers l'extrémité antérieure de l'animal. Chez les jeunes à cinq paires de pieds, il se forme un prolongement du côté opposé à la pointe; ce prolongement s'allonge beaucoup, et, chez les individus à six paires de pieds, il présente des dentelures à son extrémité distale. Ensuite, une grande dent se forme en dedans des dentelures

---

(1) Travail fait au laboratoire Arago (Banyuls).

de l'extrémité du prolongement quand l'animal possède sept paires de pieds; ces dents augmentent en nombre avec l'âge, et, chez les mâles adultes à seize paires de pieds, la mâchoire est formée par la pièce allongée mentionnée plus haut avec trois grosses dents dentelées à sa base.

» L'évolution de la mâchoire ne se fait pas de la même manière chez la femelle. Chez les individus à dix paires de pieds, la mâchoire est formée comme chez le mâle, mais les femelles à douze paires de pieds ont perdu la partie primitive et allongée; l'extrémité dentelée du prolongement de la mâchoire larvaire est seule conservée et se transforme en une grosse dent. Une autre dent se forme du côté opposé et l'on obtient, en définitive, une mâchoire pourvue de cinq dents qui ressemble beaucoup à celle des *Nereis*. On peut conclure de ces faits que le mâle devient mûr à un stade beaucoup moins avancé du développement que la femelle et cette constatation est encore fortifiée par la différence de taille comme par la différence dans le nombre des pieds chez les deux sexes.

» Les crochets, signalés comme particuliers au mâle, sont des crochets copulateurs. J'ai pu voir un mâle fixé sur une femelle à l'aide de ses deux paires de crochets. Il était fixé un peu de côté de la ligne médiane dorsale, dans la région du dixième pied, la tête tournée du côté de la tête de la femelle. Les pointes des crochets étaient fortement enfoncées dans les parois du corps de cette dernière. Le mâle est resté fixé sur sa femelle pendant trois jours, mais il la quitta immédiatement après la ponte; je n'ai pas pu voir encore l'acte même de la ponte, mais il est certain que la fécondation doit être externe.

» Les œufs, rouges, sont au nombre d'une soixantaine; ils sont enveloppés dans une glaire épaisse sécrétée par la femelle. Celle-ci ne quitte pas un seul instant la ponte; continuellement en mouvement, elle traverse péniblement la glaire en tous les sens.

» Les embryons avaient déjà quatre paires de pieds neuf jours après la ponte. Ils étaient prêts à sortir de la masse glaireuse, car on trouve des larves libres à cinq paires de pieds.

» La femelle avait aussi subi une transformation des plus curieuses. Avant la ponte, son corps était trapu, les pieds étaient assez rapprochés les uns des autres, et les cirres parapodiaux, les ventraux comme les dorsaux, étaient tous d'égale longueur et avaient tous la même forme. Ils étaient renflés à la base et effilés au sommet, semblables aux cirres parapodiaux des Polynoé. L'aspect de la femelle est tout autre : le corps est très mince, allongé, et les pieds sont très éloignés les uns des autres. Mais

le changement le plus considérable se manifeste dans les cirres parapodiaux : ils ont, en effet, une forme ovale, lancéolée, avec une section elliptique, au lieu de circulaire, comme à l'état normal, et, de plus, ils sont considérablement allongés. Ces modifications ne se montrent pas avec la même intensité tout le long du corps, et, de plus, elles se manifestent aussi inégalement, si l'on compare les cirres dorsaux avec les ventraux. Ainsi l'extrémité antérieure du corps n'est pas modifiée; du côté ventral, les cirres commencent à changer à partir des rames de la treizième paire de pieds; du côté dorsal, à partir de la septième paire. La modification augmente progressivement jusqu'à l'extrémité postérieure du corps. Les rames participent aussi à ce changement dans les mêmes conditions que les cirres parapodiaux, mais dans des limites beaucoup plus faibles. Les deux cirres anaux, normalement renflés à leurs bases, se sont allongés presque du double et sont devenus filiformes.

» Cet allongement n'est pas dû à un phénomène de croissance des cirres, mais à un étirement des cellules qui les composent. Dans le cirre normal, les noyaux sont très rapprochés les uns des autres; sur une préparation en masse, on voit qu'ils forment une agglomération très serrée; au contraire, dans le cirre allongé, ils sont très espacés et leur nombre n'a pas augmenté. De plus, les cirres sont devenus flasques et très transparents. L'aspect de la partie postérieure du corps de l'animal montre le même phénomène d'étirement; les muscles longitudinaux, au lieu d'être légèrement sinueux, comme à l'état normal, sont tout à fait linéaires; la même chose peut se dire du vaisseau dorsal. Toute la partie postérieure du corps paraît paralysée, et l'animal la traîne avec sa partie antérieure sans qu'elle fasse le moindre mouvement pour aider à la progression.

» Ces modifications s'expliquent par la circulation continuelle de l'animal à travers la masse glaireuse très épaisse qui entoure les œufs. La progression se fait, en effet, seulement à l'aide de la partie antérieure du corps; l'animal rabat ses rames antérieures en avant : prenant ainsi un point d'appui, il porte son corps dans cette direction. L'extrémité postérieure est simplement entraînée par l'antérieure et ses rames sont toujours rabattues en arrière. Les rames ventrales servent plus que les dorsales. Ce dernier fait nous explique pourquoi les rames ventrales sont plus modifiées que les dorsales. On peut dire, en résumé, que la grandeur de la modification est en rapport inverse avec l'activité déployée par les rames. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'huile d'œufs de la sauterelle d'Algérie ou criquet pèlerin* (Acridium peregrinum). Note de M. **Raphael Dubois**, présentée par M. Blanchard.

« Dans les premiers jours du mois de mai dernier, j'ai pu me procurer en assez grande quantité des œufs de ponte récente du criquet pèlerin récoltés par les soins de l'administration aux environs de Tlemcen, dans la commune mixte d'Aïn-Fezza.

» La coque de ces œufs était mince, souple et fragile; elle était remplie d'un vitellus rappelant beaucoup, par sa couleur, s aconsistance et même par sa saveur, le jaune de l'œuf de poule.

» Soumis à la presse, les œufs ont laissé échapper le vitellus sous forme d'un fluide visqueux, épais, semblable à du miel.

» Ce vitellus, traité à froid par un mélange à parties égales d'éther et d'alcool, a fourni un liquide éthéro-alcoolique d'un beau jaune d'or. Celui-ci évaporé à l'air libre a abandonné, outre une certaine quantité d'eau, une huile jaune d'or, parfaitement limpide, facile à séparer par décantation.

» Cette huile rappelle par sa couleur et par sa consistance l'huile d'œufs de poule et laisse peu de temps après son extraction déposer des cristaux radiés, très réfringents, qui disparaissent au bout de quelques jours.

» A l'état frais, l'huile d'œufs de sauterelles a une odeur légèrement herbacée et une saveur un peu âcre qui s'accentue plus tard. Elle rancit rapidement et prend alors une odeur d'huile de foie de morue très accentuée, en même temps que son âcreté augmente.

» A la température de $+2°$C., elle prend la consistance du beurre et chauffée dans un verre de montre à une température relativement peu élevée elle brûle, sans fumée, avec une flamme claire, bleuâtre, comme celle de l'alcool.

» La soude caustique la saponifie facilement; l'acide sulfurique concentré la colore en rouge brun, passant rapidement au noir. L'acide azotique l'épaissit, en lui donnant une couleur chair, à froid; mais, par la chaleur, elle se fluidifie de nouveau et passe rapidement au rouge brun, puis au noir. Sous l'action du nitrate acide de mercure, elle se solidifie en prenant une couleur fleur de pêcher, puis jaune. Le permanganate de potasse et l'acide chromique lui communiquent une teinte olivâtre et, avec la solution iodo-iodurée, elle se colore en rouge brun foncé.

» Sur ma prière, M. Malbot, de l'École supérieure des Sciences d'Alger, a bien voulu rechercher la présence du phosphore.

» L'analyse a démontré que l'huile que j'avais préparée à Tlemcen par le procédé indiqué plus haut renfermait une très forte quantité de phosphore : elle a été évaluée, en anhydride phosphorique, à 1,92 pour 100 d'huile en poids. Elle ne contient pas de soufre.

» La proportion d'huile contenue dans 1^{kg} d'œufs de ponte récente m'a paru être environ de 40^{gr} à 50^{gr} : je pense que le rendement serait assez grand, étant donné que j'ai vu chez M. l'administrateur de Nedroma, commune mixte de la province d'Oran, des tonneaux d'œufs résultant du ramassage opéré par les indigènes dans la journée.

» L'huile se modifie et disparaît dans l'œuf au fur et à mesure du développement. Elle sert vraisemblablement en grande partie à produire de la chaleur, car, en plongeant un thermomètre dans une caisse d'œufs près d'éclore, j'ai trouvé une température oscillant entre 41° et 42° C.

» D'après les renseignements bibliographiques qui m'ont été fort obligeamment fournis par M. Künckel d'Herculais, l'existence de cette huile n'a pas été signalée, et il n'y a pas lieu de confondre ce produit avec celui qui a été isolé, en très petite quantité, du suc de criquet d'Amérique et désigné sous le nom de *Caloptine* par M. William K. Kedzie ([1]).

» Si, comme il est permis de l'espérer, l'huile d'œufs des criquets algériens pouvait être utilisée soit en thérapeutique, soit dans l'industrie, ce serait peut-être la meilleure prime offerte à la destruction du fléau de notre agriculture coloniale. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de l'humidité sur le développement des nodosités des Légumineuses* ([2]). Note de M. **Edmond Gain**, présentée par M. Duchartre.

« Étudiant les circonstances qui favorisent ou modifient le phénomène de la nitrification, MM. Schlœsing et Müntz([3]) ont attribué une action prépondérante à la température et à la constitution physique des sols.

([1]) William K. Kedzie, *First annual Report of the United States entomological commission for the year* 1887 *relating to the Rocky mountain Locust.* Washington, government printing office, p. 442 ; 1878.

([2]) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

([3]) *Comptes rendus,* t. CX, p. 1026 et p. 429 et 499; *Ibid.,* t. CIX, p. 618 et 673; *Ann. Agr.,* t. XVI, p. 15; *Comptes rendus,* t. CXIII, p. 89; *Ibid.,* t. CXII, p. 141; *Encyclopédie chimique* (*Chimie agricole*), t. X.

» D'après ces savants, l'ameublissement du sol, par exemple, agit sur la nitrification en modifiant la répartition des organismes microbiens. On sait, en outre, quelle est l'importance d'une humidité convenable du sol pour activer la nitrification.

» Ces observations m'ont suggéré l'idée de rechercher si l'influence du milieu retentit également sur les tubercules à Bactéries des Légumineuses, phénomène intervenant aussi, comme on le sait, dans la fixation de l'azote. Des cultures expérimentales, faites au champ d'expériences du laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ont porté sur les *Pisum sativum*, *Lupinus albus* (deux variétés), *Faba vulgaris*.

» Sur un sol de sable calcaire de Fontainebleau bien ameubli, on a tracé, à 2^m d'intervalle, deux lots de carrés ayant 1^m de côté. Les semis ont été faits de part et d'autre au moyen de graines du même lot et sensiblement de même poids.

» Après avoir, par un arrosage égal, assuré la levée des semis, on a ensuite cessé complètement l'arrosage dans l'un des lots, de sorte que la partie superficielle du sol est restée dans celui-ci, pendant le mois de mai, où les pluies ont été très rares, à un taux de 4 à 5 pour 100 d'eau.

» Au contraire, on a pratiqué dans l'autre lot un arrosage tel que le sol maintenu humide est resté continuellement saturé d'eau (15 pour 100 environ) jusqu'à une profondeur de $0^m,20$ à $0^m,30$. Les sols non arrosés, desséchés jusqu'à $0^m,10$ de profondeur par l'évaporation, ne pouvaient recevoir qu'une faible quantité d'eau venant du sous-sol.

» Les Bactéries, qui se trouvaient naturellement en quantité sensiblement égale dans les deux lots, étaient dans des conditions de propagation très différentes. D'autre part, la température des sols humides se maintient souvent inférieure à celle des sols secs. Vers deux heures de l'après-midi, la différence atteignait quelquefois 7° à la surface, et 3° à $0^m,10$ de profondeur.

» Enfin la plante qui devait recevoir les atteintes des Bactéries se trouvait aussi, pour chacun des deux lots, soumise à des conditions différentes : dans le sol humide l'ensemble des racines très aqueuses et très chevelues offrait une grande surface de tissus jeunes et se ramifiant dans toute la région voisine du pivot; dans le sol sec, la racine était moins aqueuse, à pivot moins ramifié; l'assise externe y présentait des cellules plus serrées dont la membrane extérieure était plus épaissie.

» Après trente jours de végétation, le Pois arrivait à floraison. Dans les

deux sols des lots comparatifs ont été prélevés et des échantillons types ont été photographiés.

» Les deux systèmes radicaux étaient très différents et on pouvait remarquer les faits suivants.

» *Dans le sol humide.* — On rencontrait des nodosités depuis les radicelles supérieures rampant sous la surface du sol jusqu'aux parties profondes des racines.

» Leur nombre était environ cinq à dix fois plus grand que dans le sol sec; leur taille moyenne était environ quatre fois plus développée. Leur forme était ovoïde et leur axe transversal n'avait que la moitié de la longueur de leur axe longitudinal.

» *Dans le sol sec.* — Les tubercules faisaient complètement défaut dans la partie supérieure du pivot et de ses ramifications; au-dessous on pouvait en compter quelques-uns sur le pivot; enfin à 20^{cm} de profondeur, là où le sable est moins sec, on remarquait quelques tubercules sur les radicelles. Ces nodosités étaient de forme hémisphérique et moins développées que celles du sol humide.

» Le Lupin a présenté des différences analogues l'année dernière et cette année, dans des cultures faites soit en pots, soit en pleine terre.

» Chez la Fève, le nombre des tubercules est vingt fois environ plus élevé en sol humide qu'en sol sec. Enfin l'étude anatomique des tubercules pris dans les deux sols fournit aussi des différences importantes au point de vue de l'abondance des organismes bactéroïdes et au point de vue de la structure des assises périphériques des tubercules.

» Il restait à vérifier dans la nature, sur des plantes spontanées, les résultats obtenus expérimentalement. Mes observations ont porté sur les *Lotus corniculatus, Trifolium procumbens, Orobus niger.* Pour la comparaison, des échantillons ont été recueillis dans des sols de même composition, les uns dans une station sèche, les autres dans une station humide très voisine. L'observation a confirmé l'expérimentation.

» Il résulte de ce qui précède que :

» *L'humidité du sol favorise d'une manière considérable le développement des nodosités des racines des Légumineuses.*

» Ce fait, qui semble général, peut avoir des conséquences pratiques. En effet, les années sèches, surtout pendant la saison printanière, sont très préjudiciables au développement des nodosités, et par suite à l'assimilation de l'azote libre par les Légumineuses. Après une année humide, les orga-

nismes microbiens des tubercules se trouvent disséminés dans le sol avec les racines qui restent enfouies, et leur nombre s'est beaucoup accru. Après une année sèche, la plante devra laisser dans le sol beaucoup moins d'azote par suite de l'insuffisance des productions tuberculeuses améliorantes. »

BOTANIQUE. — *Sur la concordance des phénomènes de la division du noyau cellulaire chez les Lis et chez les Spirogyras, et sur l'unité de cause qui la produit.* Note de M. **Ch. Degagny.**

« Au moment où le noyau va entrer en division, le premier fait observable chez les Spirogyras, c'est son gonflement. La croissance de la membrane n'étant pas aussi rapide que l'augmentation des matières plasmiques produites dans le noyau, il perd sa forme, devient sphérique, en même temps que la turgescence augmente à son intérieur. Cette variation dans la turgescence du noyau est accompagnée d'un phénomène qui n'a fixé l'attention des observateurs qu'en raison de l'impossibilité où il les a mis de regarder dans le noyau au moment où il se produit. On n'a point pensé à rapprocher les deux faits l'un de l'autre. Or, tous deux sont d'autant plus intéressants à noter qu'ils sont dus certainement à une même cause. On ne voit plus à l'intérieur du noyau parce que l'indice de réfraction des albuminoïdes qu'il contient augmente. Le noyau devient sphérique, il se dilate parce que ces matières albuminoïdes ont augmenté en quantité. Il y a donc eu production de matières albuminoïdes dans le noyau. J'ai montré comment se fait cette production chez les Spirogyras, particulièrement chez le *Spirogyra setiformis*. Elle est d'une netteté remarquable, puisque l'on voit le nucléole rejeter ces matières albuminoïdes, et les rejeter avec d'autant plus d'abondance et d'activité que le filament se cache à son intérieur d'une manière plus complète. Il y a donc entre l'occultation du filament et la production d'albumine un rapport étroit, une raison qu'il faut rechercher d'autant plus minutieusement que cette occultation du filament et la production d'albumine qui en est la conséquence se retrouvent à d'autres phases de la division, sans qu'on les ait remarquées ni chez les Spirogyras, ni dans les noyaux plus différenciés, comme chez les Lis.

» Chez les Spirogyras le gonflement du noyau a une limite; quand elle est atteinte, les matières qui l'ont gonflé diffusent à travers la membrane; d'autant plus facilement qu'elles sont repoussées, comme je l'ai montré, par le nucléole. Elles sont donc expulsées en dehors du noyau, comme elles ont été expulsées en dehors du nucléole. Le nucléole les a expulsées

dans tous les sens; il continue à les pousser en dehors du noyau, mais la pression externe s'ajoute à l'action répulsive exercée par le nucléole. Les matières repoussées par le nucléole s'échappent surtout dans le sens du grand axe, et du côté des cloisons transverses qui permettent une variation, dans le sens longitudinal, de la tension interne de la cellule.

» La limite de la turgescence du noyau est signalée chez le *Spirogyra setiformis* et le *Spirogyra jugalis*, par un fait d'une haute importance. Quand les matières albumineuses formées dans le noyau s'échappent dans la cellule, ce sont les matières les plus diffusibles qui sortent les premières. Elles sont immédiatement coagulées au contact du suc cellulaire et forment autour du noyau, particulièrement dans le sens du grand axe, des vacuoles énormes qui *se gonflent pour la même raison que le noyau*, auquel elles servent pour ainsi dire d'annexes, et d'annexes nécessairement remplies des mêmes matières albumineuses. Quand de grandes vacuoles, souvent plus grandes que le noyau, se sont formées ainsi du côté des pôles, après avoir soulevé la très mince couche de cytoplasme périnucléaire, les matières albumineuses intranucléaires y entrent progressivement. Elles y forment des pseudopodes, puis des plis membraneux, des fils, qui n'ont aucun rapport avec le cytoplasme, trop cohérent pour avoir quitté, comme on l'a supposé, les parois cellulaires, pour se rendre vers le noyau. Ici il n'y a pas de supposition à faire, il n'y a qu'à regarder des faits que l'on voit sur *l'algue vivante ou fixée*.

» Les matières sorties de part et d'autre du noyau à travers la membrane forment bientôt des masses de plus en plus cohérentes, qui sont refoulées à une certaine distance et au milieu desquelles entrent les fragments du nucléole qui sont expulsés. Ils s'élèvent alors aux pôles des vacuoles sous formes de vessies, dont la turgescence est due, comme dans le noyau, à la formation d'albuminoïdes diffus. Ramollie, puis dissoute par le passage des matières expulsées, la membrane crève; le noyau gonflé s'affaisse dans le sens du grand axe. Les matières qu'il contient sont en partie expulsées vers celles qui étaient déjà aux pôles. En somme, le noyau ne s'est qu'étendu. Il s'est invaginé de part et d'autre, à ses deux extrémités, dans la cellule. Le suc cellulaire ne pénètre que plus lentement à travers les matières albuminoïdes qu'il coagule à la périphérie. Il produit une contraction sur toutes celles qui sont comprises entre les pôles et la plaque restée au centre et composée des parties de nucléole et de filament qui n'ont pas été expulsées. Chez le *Spirogyra setiformis* on constate alors un fait du plus grand intérêt et qui prouve que le filament était recouvert par les matières homogènes du nucléole, en même temps que l'on constate

que celles-ci ont été en partie expulsées. Les replis du filament qui nageaient jusqu'alors au sein des matières nucléolaires arrivent à se toucher. Celles-ci n'étant plus assez abondantes pour le recouvrir et le cacher complètement, elles en sortent, comprimées par les replis du filament, comme une matière visqueuse qui sortirait d'une éponge, sous forme de grosses gouttes, colorables en rouge, pendant que les replis du filament se colorent en vert, même dans les préparations non lavées, et conservées dans le mélange glycériné de fuchsine et de vert de méthyle.

» Contractée sous l'influence du suc cellulaire la plaque rentre bientôt en action, mais seulement dans ses parties centrales mises à l'abri du suc cellulaire qui a diffusé. Bientôt la plaque se segmente, et ce n'est qu'entre les deux moitiés, à la surface interne de chacune, que se forment de nouvelles matières albuminoïdes. Celles-ci se coagulent à leur périphérie et forment une cavité close qui s'allonge. Les deux moitiés de plaque se repoussent, et la turgescence dans la cavité internucléaire due à la formation des matières albuminoïdes est souvent assez grande, à certains moments, pour produire entre les deux segments en séparation des vacuoles dont le gonflement est dû, encore, à la même cause qui a produit la dilatation du noyau. Les matières polaires, au lieu d'attirer les moitiés de plaque, sont repoussées par elles, avec les fils suspenseurs.

» Avec ces faits bien observés chez les Spirogyra, tout ce qui se passe chez les Lis s'explique. Comme on le voit sur une coupe d'albumen, le noyau qui va entrer en division se gonfle au moment où il se recouvre et s'emplit d'albuminoïdes. Comprimées dans le noyau, ces matières s'échappent à travers la membrane. Insolubles dans le suc cellulaire, elles y forment des rayons qui environnent le noyau d'une auréole. Quand le noyau crève, elles sont chassées vers les pôles et ne forment plus de rayons. Elles repoussent les matières polaires précédemment sorties du noyau et déjà éloignées de son voisinage par les matières rayonnantes. Les matières polaires forment des rayons ou asters, comme elles en formaient avant de sortir du noyau. Ces asters forment un lacis dans le réseau cytoplasmique et empêchent les pôles de revenir sur la plaque quand celle-ci se contracte avec toutes les matières albuminoïdes comprises entre elles et les pôles. Les plis et les fils formés deviennent droits et rigides. Quand la plaque se segmente, les pôles ne reculent pas comme chez les Spirogyra, le lacis des asters servant de point de résistance; les bâtonnets dédoublés glissent le long des fils ou plis formés entre la plaque et les pôles. Sur la face interne des moitiés de plaque qui s'éloignent, il se forme des albuminoïdes qui produisent une cavité close tapissée de fils et de plis qui se

gonflent en tonneau, comme le noyau avant la disparition de la membrane.

» En résumé, chez les Lis comme chez les Spirogyras, une unité de cause frappante existe derrière les phénomènes, variés comme les milieux où ils se réalisent, que l'on a remarqués au moment de la division. La segmentation du filament et de la nucléine colorable qu'il contient, les mouvements qu'il subit, ne sont que l'un des effets de cette cause et non la raison entière de la division.

» Le noyau constitue dans la cellule un appareil où le filament est maintenu et fixé dans des conditions particulières d'isolement. Ce qui se réalise autour de lui au moment de la division n'a qu'un but : la conservation de ces conditions particulières par l'extension progressive du noyau.

» Or, dans le noyau, le filament n'est pas en contact immédiat avec les éléments solubles que contient la cellule. Le suc cellulaire arrive jusqu'à lui, mais lentement, progressivement. C'est précisément alors que ces conditions s'accentuent que le filament révèle son action. Celle-ci est d'autant plus puissante que le filament se met à l'abri du suc cellulaire, en se cachant et en se recouvrant. Quand il se recouvre, il produit de l'albumine. Il opère donc une réduction sur les hydrates de carbone et l'acide nitrique contenus dans le suc cellulaire qui a pénétré dans le noyau. Mis en présence de l'oxygène combiné, telle est son action. Celle-ci est anéantie en présence de l'oxygène libre; l'existence du corps réducteur que le filament produit devient impossible.

» Actuellement, dans la cellule et dans le noyau, la matière organisée serait donc le produit d'une réaction opérée à l'abri de l'oxygène libre. Le filament et sa partie active, la nucléine colorable, seraient *anaérobies*. »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur les poids spécifiques des cristaux isomorphes*. Note de M. GEORGES WOULF, présentée par M. A. Cornu.

« Les recherches sur les propriétés des substances parfaitement isomorphes possédant les mêmes constantes géométriques et pouvant cristalliser ensemble *en toute proportion*, ont conduit à cette loi importante, que les propriétés des cristaux composés sont en général des fonctions continues des mêmes propriétés et de la quantité relative des cristaux isomorphes composants.

» Si nous considérons en particulier les inverses des poids spécifiques des deux substances parfaitement isomorphes, c'est-à-dire leurs volumes spécifiques, nous trouverons que le volume spécifique des cristaux com-

posés peut être exprimé par la fonction linéaire des volumes spécifiques des cristaux composants. Cela nous montre que le procédé de la cristallisation d'un tel cristal composé consiste dans la juxtaposition purement mécanique des masses élémentaires égales des deux substances isomorphes. Pour plus de précision, nous pouvons considérer ces masses élémentaires comme des particules cristallines et donner au fait signalé l'énoncé suivant : *Les masses des particules cristallines des substances parfaitement isomorphes sont égales, mais de volumes différents, et elles conservent leurs volumes en cristallisant ensemble.*

» Mais la différence des volumes des particules, qui se disposent l'une à côté de l'autre pour former un cristal, paraît au premier abord être en désaccord avec nos conceptions de la structure intime des corps cristallisés, et il faut nécessairement admettre que ces volumes sont ou égaux ou commensurables pour que leur différence ne trouble pas l'homogénéité de l'édifice cristallin. En d'autres termes, *les volumes spécifiques et, par suite, les poids spécifiques des substances isomorphes doivent être entre eux comme des nombres entiers.*

» On peut s'assurer que cette conclusion se laisse vérifier par l'examen des valeurs connues des poids spécifiques des corps cristallisés et qu'en outre la relation exigée s'étend non seulement aux substances qui cristallisent ensemble en toute proportion, mais, en général, à tous les cristaux dont les constantes géométriques sont voisines.

» Voilà quelques exemples concernant les groupes isomorphes les plus importants. Les poids spécifiques sont accompagnés des facteurs qui les rendent égaux pour le groupe correspondant.

K^2SO^4	2,67
K^2CrO^4	2,63
Na^2SO^4	2,67
Ag^2SO^4	$5,40 : 2 = 2,70$
K^2SeO^4	$3,05 \times \frac{7}{8} = 2,67$
$(NH^4)^2SO^4$	$1,77 \times \frac{3}{2} = 2,66$
$(NH^4)^2CuO^4$	$1,89 \times \frac{7}{5} = 2,65$
$KAl(SO^4)^2 12H^2O$	1,75
$TlAl(SO^4)^2 12H^2O$	$2,32 \times \frac{3}{4} = 1,74$
BaN^2O^6	3,24
PbN^2O^6	$4,53 \times \frac{5}{7} = 3,24$
$AgNO^3$	$4,35 : 4 = 1,09$
$AgClO^3$	$4,40 : 4 = 1,10$
$AgBrO^3$	$5,20 : 5 = 1,04$
$AgIO^3$	$5,40 : 5 = 1,08$

$BaCl^2 2H^2O$	3,10
$BaBr^2 2H^2O$	$3,83 \times \frac{4}{5} = 3,10$
KI	$2,96 \times \frac{4}{5} = 2,48$
NH^4I	2,50
RbI	$3,02 \times \frac{5}{6} = 2,51$
KCl	$1,99 \times \frac{3}{4} = 1,49$
NH^4Cl	1,53
$BaCl^2O^6H^2O$	2,99
$BaBr^2O^6H^2O$	$4,04 \times \frac{3}{4} = 3,03$
$KClO^4$	$2,54 \times \frac{3}{4} = 1,90$
NH^4ClO^4	1,87
$TlClO^4$	$4,89 \times \frac{3}{8} = 1,86$ ($\frac{3}{8} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{4}$)
$CaCl^2$	2,20
$SrCl^2$	$2,96 \times \frac{3}{4} = 2,22$
$BaCl^2$	$3,70 \times \frac{3}{5} = 2,22$
$NaClO^3$	2,49
$NaBrO^3$	$3,34 \times \frac{3}{4} = 2,50$
$NiSO^4 1H^2O$	1,93
$CoSO^4 1H^2O$	1,92
$MgSO^4 1H^2O$	$1,68 \times \frac{8}{7} = 1,92$
KNO^3	$2,11 \times \frac{4}{5} = 1,69$
NH^4NO^3	1,71
$NiSeO^4 6H^2O$	2,31
$CoSeO^4 6H^2O$	2,32

» Les limites de cette Note nous obligent à nous borner aux exemples cités, qui suffisent, cependant, pour confirmer notre supposition.

» Ainsi, nous sommes conduits par les raisonnements et les faits à la loi suivante :

» *Les poids spécifiques des cristaux appartenant à un groupe isomorphe sont égaux à un facteur rationnel près.*

» Dans le cas des substances isodimorphes, ce sont les poids spécifiques des variétés géométriquement isomorphes qui obéiront à cette condition.

» On peut résumer tout ce que nous venons d'établir sur les propriétés des cristaux isomorphes en disant que : *Les masses des particules cristallines des substances isomorphes sont égales et occupent les volumes commensurables.*

» Ou, encore, ayant égard à ce que les poids spécifiques sont inverses des volumes spécifiques : *Les masses des particules cristallines des substances isomorphes sont commensurables et occupent les volumes égaux et semblables.*

» La dernière version correspondra mieux aux théories cristallographiques. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'axinite de l'Oisans.* Note de MM. **Albert Offret** et **Ferdinand Gonnard**, présentée par M. Fouqué.

« En examinant des cristaux d'axinite de l'Oisans nous avons trouvé, sur quelques-uns d'entre eux, un certain nombre de faces nouvelles. Nous nous proposons d'en donner la description.

» L'axinite de l'Oisans a été principalement étudiée par Neumann (*Pogg. Ann.*, t. IV, p. 63; 1827), Lévy (*Descr.*, t. II, p. 106; 1838), Marignac, M. Des Cloizeaux (*Manuel*, t. I, p. 515; 1862), Vom Rath (*Pogg. Ann.*, t. XXVIII, p. 20 et 227; 1866) et A. Lacroix (*Min. de la France*, t. I, p. 277; 1893).

» Ces différents auteurs ont signalé l'existence sur ces cristaux de vingt-huit faces, dont les notations dans le système de Lévy sont les suivantes (1) :

$$p, m, {}^2h, h^1, h^{\frac{3}{2}}, h^2, h^3, h^{\frac{9}{2}}, t, g^1, {}^2g, o^1, i^1, e^1, c^5, c^2, c^1, c^{\frac{1}{2}}, f^1, \gamma = \left(c^1 f^{\frac{1}{2}} g^1\right),$$

$$\beta = \left(c^1 f^{\frac{1}{3}} g^{\frac{1}{2}}\right), \quad \varepsilon = \left(c^1 f^{\frac{1}{4}} g^{\frac{1}{3}}\right), \quad \zeta = \left(c^1 f^{\frac{1}{4}} g^{\frac{1}{10}}\right), \quad x = \left(c^1 f^{\frac{1}{4}} g^{\frac{1}{2}}\right),$$

$$z = \left(c^1 f^{\frac{1}{3}} g^1\right), \quad \alpha = \left(d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{4}} g^1\right), \quad d = \left(d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{4}} g^{\frac{1}{2}}\right), \quad k = \left(d^{\frac{1}{4}} b^{\frac{1}{6}} g^{\frac{1}{2}}\right).$$

» Nous avons pu ajouter treize faces nouvelles à ces faces reconnues par les auteurs qui nous ont précédés.

» Si l'on s'étonnait d'un pareil résultat, nous l'expliquerions, en bonne partie, par l'usage constant que nous avons fait, dans notre étude, d'un des goniomètres du laboratoire de Minéralogie de la Faculté des Sciences de Lyon. Ce goniomètre, conforme au modèle décrit par M. Mallard (2), est muni d'un collimateur imaginé par ce savant. Les fentes de celui-ci sont éclairées par un bec à gaz ordinaire, auquel on peut substituer, pour les très petites faces, un bec de gaz Aner, dont l'éclat est, comme on sait, extrêmement vif. Des faces très petites, ainsi éclairées, s'illuminent brillamment. Nous avons pu ainsi voir, à la loupe, des faces qui, dans d'autres

(1) Nous avons adopté la forme primitive et les paramètres donnés par M. Des Cloizeaux dans son *Manuel de Minéralogie*, t. I, p. 515).

(2) *Note sur une disposition particulière du goniomètre de Wollaston* (*Annales des Mines*, 8e série, t. XII; 1887).

conditions, auraient échappé à notre examen. Les images des fentes, très convenables dans ces conditions, permettaient d'obtenir des pointés très satisfaisants.

» Bien entendu, nous n'indiquons comme nouvelles que des faces ayant satisfait à ces deux conditions, d'être visibles au moins à la loupe, et de fournir des images satisfaisantes.

» Notre examen a porté sur un grand nombre de cristaux appartenant aux collections suivantes : Muséum de Lyon, Facultés des Sciences de Lyon et de Grenoble [1], Pensionnat des Lazaristes de Lyon, maison-mère des Maristes de Saint-Genis-Laval. Nous n'en avons retenu finalement que six, provenant, pour la plupart, de la collection de l'un de nous. Seuls, ces six cristaux nous ont présenté de l'intérêt au point de vue des faces nouvelles, dont nous avons pu déterminer la notation.

» En résumé, nous avons reconnu sur ces six cristaux dix-huit faces anciennes et treize nouvelles.

» Les Tableaux ci-dessous indiquent la répartition de ces faces sur les six cristaux.

		Cristal			
nº 1.	nº 2.	nº 3.	nº 4.	nº 5.	nº 6.
p	p	p	p	p	p
m	m	m	m	m	m
t	t	t	t	t	t
i^1	i^1	i^1	i^1	i^1	i^1
f^1	f^1	f^1	f^1	f^1	f^1
g^1	g^1	g^1	g^1	g^1	»
^2g	^2g	^2g	^2g	^2g	»
e^1	»	e^1	e^1	»	»
»	c^1	»	»	c^1	»
»	»	»	»	c^2	»
»	c^5	»	»	»	»
»	»	»	»	h^2	»
»	»	»	»	$h^{\frac{3}{2}}$	»
»	»	»	$h^{\frac{9}{2}}$	»	»
γ	»	γ	»	γ	»
x	»	x	»	x	x
»	»	»	»	»	β
»	»	»	»	z	»

(1) Nous adressons, en particulier, nos remerciements à M. le professeur Kilian, qui a bien voulu nous envoyer toute sa collection.

Faces nouvelles.

Cristal n° 1.	n° 2.	n° 3.	n° 4.	n° 5.	n° 6.
»	»	»	${}^{25}h$	»	»
»	»	»	»	${}^{17}h$	»
${}^{\frac{9}{8}}h$	»	»	${}^{\frac{9}{8}}h$	${}^{\frac{9}{8}}h$	»
»	»	h^4	»	»	»
$h^{\frac{15}{2}}$	»	»	»	»	»
h^{10}	»	»	»	»	»
»	»	»	»	h^{12}	»
»	$g^{\frac{21}{20}}$	»	$g^{\frac{21}{20}}$	»	»
»	c^{28}	»	»	»	»
»	c^8	»	»	»	»
»	$c^{\frac{9}{4}}$	»	»	»	»
»	»	»	»	»	$\omega = (c^{\frac{1}{3}} f^{\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{3}})$
$\varphi = (b^1 d^{\frac{1}{6}} g^1)$	»	»	»	»	»

» Nous donnons ci-après les angles calculés, en nous bornant aux quatre zones qui nous ont fourni des faces nouvelles, et qui sont : la zone du prisme $tm\,(110)\,(1\bar{1}0)$; la zone $pm\,(001)\,(1\bar{1}0)$; la zone $te^1\,(110)\,(0\bar{1}1)$; et enfin la zone $i^1x\,(011)\,(\bar{3}54)$.

Zone du prisme.

$th^{12}\,(110)\,(13.11.0)$	178° 11′
$th^{10}\,(110)\,(11.9.0)$	177.50
$th^{\frac{15}{2}}\,(110)\,(17.13.0)$	177.10
$th^4\,(110)\,(530)$	174.55
$t^{\frac{9}{8}}h\,(110)\,(1\bar{7}.1.0)$	162.59
$t^{17}h\,(110)\,(\bar{9}80)$	139.25
$t^{25}h\,(110)\,(\bar{13}.12.0)$	138.14
$tg^{\frac{21}{20}}\,(110)\,(1.41.0)$	149.18

Zone mp.

$pc^{28}\,(001)\,(\bar{1}.1.56)$	178.57
$pc^8\,(001)\,(\bar{1}.1.16)$	176.12
$pc^{\frac{9}{4}}\,(001)\,(\bar{2}29)$	164. 8

Zone te^1.

$t\varphi$ (110) (57$\bar{2}$) 169.13

Zone i^1x.

$x\omega$ ($\bar{3}$54) ($\bar{3}$76) 151.53

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les roches éruptives de la Serbie.* Note de M. **J.-M. Zujovic**, présentée par M. Fouqué.

« 1. *Série ancienne.* — La série des roches éruptives anciennes est constituée en Serbie par des granites, granulites, diorites, diabases, porphyres et porphyrites. L'ordre d'énumération de ces roches est l'ordre probable de leur émission.

» Les grands massifs de *granites* sont à Kopaonik et Zeljin sur Porecka Reka et Komsa. En dehors de ces régions, on rencontre souvent des amas et des filons granitiques, plus ou moins considérables, dans toutes les parties de la Serbie. Les granites les plus répandus sont les granites communs. Le *granite porphyroïde* occupe un grand espace sur le haut plateau de Ravni Kopaonik. Le *granite à amphibole*, très répandu dans la région de Kopaonik et dans la partie nord-est du royaume, a été considéré par certains auteurs comme de la syénite; mais cette dernière roche n'a pas été constatée en Serbie. Des filons de *granulites*, souvent tourmalinifères, traversent soit les schistes cristallins, soit les granites. La *diorite* constitue l'axe de la partie du Balkan serbe où se trouve le col de Saint-Nikola. Elle y est accompagnée par des granites, des gabbros et des rhyolites. La *diabase* a été trouvée dans une série des couches paléozoïques, qui sont probablement précarbonifères.

» Les roches éruptives anciennes à structure porphyrique sont représentées par les *microgranulites*, les *porphyres pétrosiliceux*, les *argilolites* et les *porphyrites*. Les premières de ces roches sont en filons d'une épaisseur souvent assez importante. Leurs galets ainsi que les galets de porphyres pétrosiliceux ont été trouvés dans les conglomérats et grès rouges permiens. Des argilolites, des tufs porphyriques et des porphyrites paraissent interstratifiés dans les couches arénacées de la série permo-triasique. Enfin des interstratifications de porphyrites ont été rencontrées en Serbie dans l'équivalent des couches de Werfen.

» 2. *Série moderne.* — Les roches éruptives de la série moderne peuvent être considérées comme approximativement groupées en cinq régions distinctes : 1° Sumadia, 2° Kopaonik, 3° Crna Reka, 5° Podrinie. Par rapport aux grands systèmes des montagnes européennes qui s'entre-croisent en Serbie, on constate que la plupart des foyers volcaniques s'observent sur les prolongements serbes du *continent oriental* et des Carpathes; ils sont assez rares sur les rameaux des Balkans et des Alpes dinariques.

» La roche volcanique la plus répandue en Serbie est l'*andésite*. Ses masses les plus importantes se trouvent dans le district de Crna Reka et à Sumadia, où l'on a constaté les variétés suivantes : *andésite à augite, andésite à hypersthène, andésite à hornblende, andésite à mica noir*. L'andésite à hornblende de Gamzigrad, sur le bord du Timok, paraissait à Breithaupt tellement spéciale et distincte des autres roches connues, qu'il lui donna le nom de *timacite*, en désignant l'amphibole qu'elle contient sous le nom de *gamzigradite*. On rencontre assez souvent des *labradorites*, soit associées à des andésites, soit formant des coulées et des filons indépendants, dans lesquels se trouvent représentées les *labradorites à mica noir*, à *hornblende*, à *hypersthène* et à *augite*. Les *trachytes*, appartenant également à des variétés différentes (à biotite, à amphibole, à augite et à hypersthène), occupent de grandes étendues dans la région de Kopaonik, de deux côtés de l'Ibar; ailleurs ils sont en filons ou en masses associés à d'autres roches volcaniques.

» Ces trois genres de roches à microlithes d'oligoclase, de labrador ou d'orthose, sont ou franchement microlithiques ou silicifiés souvent à tel point qu'elles présentent des passages à des dacites et à des rhyolites. Il existe aussi des passages entre les andésites et les labradorites d'une part, et entre les andésites et les trachytes d'autre part.

» Les *rhyolithes* se trouvent en grandes masses à Sumadia et dans la région de la Morava supérieure, et en filons dans diverses parties de la Serbie. Leur *magma* fondamental est extrêmement variable et par son maximum de cristallisation établit le passage entre les rhyolithes et les *microgranulites,* dont on rencontre également des filons traversant les couches crétacées.

» L'ordre d'apparition de ces divers types n'est pas encore définitivement établi, mais plusieurs circonstances géologiques font présumer, d'une manière générale, la sériation suivante : 1° microgranulites, 2° trachytes, 3° labradorites et andésites, 4° dacites et rhyolithes, 5° basalte (trouvé sur un seul point). Le travail éruptif qui a produit ces roches a

duré pendant le miocène et le pliocène. Mais les premiers temps tertiaires ont été également témoins de la production d'un certain nombre des roches éruptives, telles que : roches diverses ophitiques (diabases, diorites, euphotides), roches lamprophyriques (kersantites et minettes), péridotites (picrites et serpentines). Ces roches tertiaires, à structure grenue, se trouvent en amas, en filons et en filons couches formés par intrusion entre les couches sédimentaires du système crétacé, tandis que la première catégorie des roches volcaniques à structure microlithique se présente sous formes de dômes, de cônes, de nappes, et aussi sous forme de filons. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur le* Polygonum sakhalinense, *envisagé au point de vue de l'alimentation du bétail.* Note de M. **Doumet-Adanson**, présentée par M. Duchartre.

« La disette de fourrages de toutes natures qui se produit en France a déjà été l'occasion de travaux présentés à l'Académie relativement à divers modes d'alimentation du bétail. Il me suffira de rappeler l'importante étude de M. Ch. Girard (*Comptes rendus,* séance du 1er mai) sur l'emploi du feuillage des arbres.

» On ne saurait trop s'occuper d'une aussi grave question d'intérêt national, et c'est un devoir pour chacun de rechercher les espèces fourragères, ou nouvelles ou encore peu connues, qui peuvent rendre des services à l'industrie de l'élevage du bétail.

» C'est dans cet ordre d'idées que je crois devoir signaler à l'attention des agronomes une Polygonée vivace originaire de l'île Sakhaline (1), introduite dans les jardins à titre ornemental, mais dont la valeur fourragère n'a pas encore, à ma connaissance, été appréciée.

» Le *Polygonum sakhalinense* (2) était cultivé depuis longtemps dans mon parc, à Baleine (Allier), mais ce n'est que dans ces dernières années que mon attention s'est plus particulièrement fixée sur cette belle plante, non seulement à cause de sa gigantesque, luxuriante et rapide végétation,

---

(1) Sakhalien, Sakhaline ou Tarrakaï, île russe entre la mer d'Okhotsk et la mer du Japon.

(2) Je dois la connaissance de cette dénomination à l'obligeance de M. H. de Vilmorin.

mais surtout en raison de la faveur avec laquelle l'ont accueillie les animaux d'espèce bovine auxquels je l'avais souvent offerte en pâture.

» Ayant, cette année, renouvelé l'expérience avec une attention toute spéciale, par suite de la pénurie des fourrages verts, j'ai acquis la certitude que cette Renouée, absolument rustique sous notre climat (¹), aurait rendu d'inappréciables services à l'agriculture si elle eût été cultivée en grand dans nos domaines.

» Entrant en végétation dès les premiers jours de printemps, elle émet aussitôt de vigoureuses tiges fistuleuses, qui atteignent la hauteur de 2^m à 3^m en trois semaines, et sont garnies sur toute leur longueur de feuilles alternes, cordiformes, de 20^{cm} à 40^{cm} de long sur 15^{cm} à 28^{cm} de large, et ayant une consistance analogue à celles du *Rumex Patientia*. A partir du tiers de leur longueur, ces tiges principales, dont le nombre s'élève de 30 à 40 par mètre carré de terrain, émettent à chaque nœud des rameaux secondaires garnis eux-mêmes d'amples feuilles plus rapprochées, de l'aisselle desquelles sortent, habituellement dans le courant de juin, des grappes de fleurs blanchâtres. Le poids de chaque tige, munie de ses rameaux secondaires et de toutes ses feuilles, varie entre 700^{gr} et 1100^{gr}, suivant sa longueur; c'est donc un poids total de 20^{kg} à 40^{kg} au minimum pour chaque touffe occupant un mètre de terrain, poids dont les deux tiers sont absorbés par le bétail qui ne délaisse que la portion inférieure de la tige.

Livrée à elle-même, la plante reste ainsi parfaitement verte et feuillée jusqu'aux premières gelées d'automne; mais, si l'on en coupe les tiges dès qu'elles ont atteint $1^m,50$ à 2^m, elle en émet immédiatement de nouvelles qui, en moins de trois semaines, ont elles-mêmes atteint de 1^m à $1^m,50$ de hauteur. L'opération peut être renouvelée plusieurs fois pendant l'été, car la plante reste constamment en végétation.

» La culture de ce *Polygonum*, que l'on pourrait appeler *Renouée* ou *Persicaire géante*, n'offre aucune difficulté. Il croît dans les sols de toute nature, et sa vitalité est telle que ses racines traçantes pénètrent et émettent des tiges même dans le sol battu et piétiné des chemins. C'est, d'ailleurs, en raison de cette prodigieuse faculté d'expansion et de la difficulté de la détruire, que cette belle plante n'a guère été cultivée jusqu'à présent que dans quelques parcs ou jardins de grande étendue.

(¹) Elle a supporté sans aucune altération $-23°,0$ l'hiver dernier et $-25°,0$ en 1879, et ne souffre nullement, sans aucun arrosage, de la sécheresse exceptionnelle que nous subissons depuis près de trois mois.

» Me basant sur plusieurs années d'observations, voici le mode de culture en grand que je crois le plus rationnel :

» A la fin de l'automne, dans le courant de février, planter, en les espaçant de 1^m en tous sens, dans une terre préalablement labourée, des tronçons de racine portant plusieurs nœuds. Au printemps, couper presque au ras du sol les premières tiges dès qu'elles auront atteint 1^m à $1^m,50$ en procédant méthodiquement, au fur et à mesure des besoins de l'étable. Si la seconde pousse est vigoureuse, faire une seconde coupe dans les mêmes conditions. Cette première année laisser croître librement la troisième pousse et ne la couper qu'à l'arrière-saison.

» Les années suivantes, la plante ayant acquis tout son développement, le nombre des coupes pourra être doublé.

» Quant aux soins de culture, je n'hésite pas à dire qu'ils se borneront à un labour de nettoyage superficiel, *si toutefois cette opération est nécessaire,* car mes plantes croissent toujours vigoureusement depuis nombre d'années à la même place, dans un sol ingrat, sans aucun soin de culture, ni aucune fumure.

» Je n'hésite pas à dire, en terminant cette Note, que si chaque domaine eût possédé cette année de $0^{ha},5$ à 1^{ha} de terrain consacré à la Persicaire géante, la disette du fourrage vert y serait passée inaperçue durant la période effroyablement sèche que nous venons de traverser et qui menace de se prolonger encore.

» Quant à l'usage du *Polygonum sakhalinense* comme fourrage sec d'hiver, je ne puis encore en rien dire, mais je me propose d'en entreprendre l'expérience dès la fin de l'été avec les tiges aoûtées (¹). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la toxicité des acides tartriques stéréoisomères et sur une formule générale pour mesurer le pouvoir toxique.* Note de M. C. **Chabrié**, présentée par M. Guyon (²).

« J'ai pensé qu'il était intéressant de comparer la toxicité de composés présentant l'isomérie spéciale dont l'étude a formé, sous le nom de *Stéréochimie,* un des Chapitres les plus intéressants de la Chimie moderne. Je me suis d'abord adressé aux acides tartriques droit, gauche, racémique et

(¹) Une autre espèce de *Polygonum* exotique, le *P. Sieboldi,* quoique moins gigantesque que le *P. Sakhalinense,* mais à végétation également très rapide, pourra être expérimentée comme plante fourragère, ce que je me propose de faire.

(²) Travail du laboratoire de Chimie de M. le professeur Guyon, à l'hôpital Necker.

inactif non dédoublable, parce que ces composés sont des types absolument indiscutables de cette isomérie, et qu'on les connaît tous quatre à l'état de pureté complète. (Je dois les échantillons de ces corps à l'obligeance de M. Friedel.)

» Mes expériences ont été faites par le moyen d'injections de solutions aqueuses concentrées ($\frac{1}{5}$ et $\frac{1}{6}$ environ) pratiquées dans le péritoine de cobayes, et j'ai varié les conditions le plus possible.

» Les vitesses des injections ont été toujours grandes et sensiblement constantes (1^{cc} de solution en une minute environ) et l'on a pris les précautions d'aseptie nécessaires sans toutefois stériliser les liquides par la chaleur, opération qui pouvait peut-être donner lieu à la formation d'hydrates différents de ceux qui se forment à froid par l'action des acides tartriques sur l'eau. Après la mort de chaque cobaye, je pratiquais l'autopsie afin de m'assurer que l'injection péritonéale avait été bien faite.

» Lorsque, après avoir réuni une série de résultats, j'ai cherché à calculer quelle était la quantité de chaque acide qui était nécessaire pour tuer 1^{kg} de cobaye, en une minute, j'ai obtenu des nombres qui étaient inversement proportionnels à la toxicité de chacun de ces composés.

» En appelant donc $x_1, x_2, \ldots, x_n$ les toxicités dans chacun des n cas examinés, on peut représenter ces nombres par

$$\frac{1}{x_1}, \quad \frac{1}{x_2}, \quad \ldots, \quad \frac{1}{x_n}.$$

» Cette quantité $\frac{1}{x}$ peut s'exprimer en fonction du poids p de substance toxique introduite, du poids P exprimé en grammes de l'animal et du temps T qu'il met à succomber. On peut écrire

$$\frac{1}{x} = \frac{p.1000}{P} f(T).$$

» La fonction $f(T)$ peut être *a priori* complexe. J'ai admis, dans une première approximation, qu'on pouvait poser $f(T) = T$, et j'ai écrit

$$\frac{1}{x} = \frac{p.1000}{P} T \qquad \text{ou} \qquad x = \frac{P}{p.1000} \frac{1}{T}.$$

» J'ai fait la moyenne des nombres $\frac{1}{x}$ relatifs à chaque acide, et j'ai trouvé :

Pour l'acide gauche x_g	0,031
Pour l'acide droit x_d	0,014
Pour l'acide racémique x_r	0,008
Pour l'acide inactif (para) x_p	0,006

» Donc l'acide gauche est plus toxique que l'acide droit, qui est lui-même plus toxique que l'acide racémique; et l'acide inactif non dédoublable possède une toxicité voisine de celle du racémique et un peu plus faible encore ([1]).

» On sait, depuis les mémorables travaux de M. Pasteur, datant de 1860, que les spores de *penicillium*, mêlées à une solution d'acide tartrique racémique, le dédoublent en acide droit qu'elles détruisent et en acide gauche qu'elles respectent, au moins pendant quelque temps. Il résulte de cela et de mes expériences qu'une solution peu toxique est devenue plus toxique sous l'influence de micro-organismes, sans qu'il se soit produit de composé chimique d'une espèce nouvelle. Ce serait une *intoxication sans toxine*, si le phénomène se passait dans un organisme animal.

» Si, au lieu d'une solution de racémique, on avait eu une solution d'inactif non dédoublable, les spores n'auraient pas pu en augmenter la toxicité pour les mêmes raisons, et je me demande si les différences insaisissables entre l'individu jouissant de la non-réceptivité, pour une maladie infectieuse, et celui qui a cette réceptivité, ne tiennent pas à ce que l'un a dans ses humeurs *les mêmes produits que l'autre*, sous un état stéréoisomérique différent. L'expérience seule pourra montrer ce qu'il faut en croire.

» Lorsqu'on veut mettre quelque précision dans la détermination de la toxicité, on s'aperçoit qu'elle dépend d'un grand nombre de quantités que j'ai énumérées ailleurs (*Soc. Ch.*, mai 1893).

» S'il s'agit toujours de solutions aqueuses, à la température du laboratoire (15°), faites avec des vitesses égales; si l'animal choisi est toujours le lapin, par exemple; si l'injection est intra-veineuse, comme l'a conseillé M. Bouchard depuis longtemps ([2]), le problème se simplifie, et l'on peut donc écrire $x = \frac{P}{p.\,1000} f(C, T)$, en désignant par C la concentration.

» L'influence de la concentration est considérable. M. le professeur Bouchard a, le premier, attiré l'attention sur ce fait lorsqu'il a montré, en 1884, qu'on peut introduire des quantités d'alcool absolu d'autant plus fortes dans les veines d'un animal qu'on le mêle à une proportion d'eau plus considérable sans que toutefois les solutions contiennent plus de 20 pour 100 d'alcool en volume.

» J'ai observé avec des solutions de chlorhydrate de conicine, sel que

---

([1]) J'ai déjà publié ces résultats à la Société chimique (avril 1893).

([2]) *Congrès médical de Copenhague*, août 1884, et *Société de Biologie*, 9 décembre 1884.

je dois à M. Ladenburg, que, lorsque la concentration était de 1 partie de sel pour 100 parties d'eau, les effets étaient si violents que les animaux mouraient dans des temps presque égaux pour des doses variant du simple au double.

» Si, au contraire, on règle la concentration de manière que les effets de l'injection ne soient ni trop foudroyants ni trop lents, on peut obtenir, en se servant de la formule $x = \frac{P}{p.1000} \frac{1}{T}$, des nombres assez concordants pour x. Ainsi, avec des solutions d'acide tartrique droit contenant 1 partie d'acide pour 15 parties de la solution, j'ai trouvé $x = 1,388$, $x = 1,046$ et $x = 0,830$. Pour les solutions à 1 partie d'acide pour 7,5 de solution, j'ai obtenu $x = 1,297$ et $x = 0,507$, nombres moins concordants. Pour 1 partie d'acide et 10 de solution, j'ai eu $x = 0,740$; et pour 1 partie d'acide et 6 de solution, $x = 0,433$, $x = 0,936$, $x = 1,946$, nombres discordants.

» La concentration de 1 pour 15 sera donc préférée. Si l'on prend la moyenne de toutes ces déterminations, on trouve $x = 1,036$, nombre très voisin de celui qu'on obtenait tout de suite avec la concentration à 1 pour 15.

» Si l'on fait une solution à 1 pour 30, les animaux peuvent ne pas mourir avec des doses déjà fortes d'acide tartrique ($1^{gr},37$).

» J'ai repris, à ce point de vue, le sélénite de soude que j'ai étudié autrefois avec M. Lapicque au point de vue physiologique, et j'ai observé qu'en faisant une solution à $\frac{1}{100}$, les temps que les animaux mettaient à mourir étaient presque rigoureusement inversement proportionnels aux poids de sélénite introduits, et que la formule employée pour l'acide tartrique donnait encore ici des résultats assez concordants entre eux pour ce sel. Ainsi, j'ai trouvé $x_1 = 1,3$; $x_2 = 1,4$; $x_3 = 1,8$ dans trois expériences.

» D'après ces résultats, je propose d'appeler *pouvoir toxique rectifié* la valeur de x déterminée par la formule donnée plus haut, à la condition qu'on s'astreigne à déterminer la concentration de la solution essayée par cette considération que ce soit celle qui donne pour x des valeurs plus concordantes que les concentrations plus faibles ou plus fortes. »

THÉRAPEUTIQUE. — *L'effluve électrique employée comme moyen de traitement des prurits cutanés rebelles.* Note de M. **H. Leloir**, présentée par M. Bouchard.

« On sait combien, dans certains cas, sont pénibles, rebelles et parfois très graves, certains prurits cutanés. Dans un certain nombre de cas où

toute médication interne et locale avait échoué, j'ai eu recours à l'électricité. Dans deux cas de prurit localisé, l'électrolyse pratiquée en enfonçant profondément les aiguilles dans les tissus a amené une guérison rapide; mais cette méthode est très douloureuse et n'est applicable qu'à des prurits très localisés.

» J'ai dû abandonner la faradisation au pinceau, qui ne m'a donné que des résultats très irréguliers.

» Depuis environ deux ans, j'ai employé, avec les résultats les plus inattendus, l'effluve électrique, dans environ vingt-cinq cas de prurit localisé ou généralisé des plus tenaces, ayant résisté à tout traitement.

» Grâce à la collaboration de mon collègue M. Doumer, j'ai traité ainsi des cas de prurit vulvaire, de prurit anal, de prurit des extrémités.

» Bon nombre de cas ont été guéris au bout d'un nombre de séances variable. L'état eczémateux ou lichénoïde consécutif au prurit a disparu.

» Dans un certain nombre de cas, le prurit a été amendé plus ou moins notablement, mais n'a pas disparu en entier.

» Enfin, dans quelques cas, le prurit a résisté à tout traitement.

» J'ai obtenu des effets analogues dans le traitement du prurit généralisé, mais les résultats ont été moins bons que pour le prurit localisé.

» Pour employer l'effluve, voici comment on procède :

» Le malade est placé sur un tabouret à pieds de verre relié à l'un des pôles d'une puissante machine statique; puis on approche de la région malade, à $0^{m},10$ ou $0^{m},15$ environ, une pointe métallique située à l'autre pôle de la machine. Dans ces conditions, le sujet éprouve la sensation d'un souffle frais accompagné parfois de légers picotements nullement désagréables. La pointe doit être promenée lentement sur toute la région malade. La durée totale de l'application doit être d'environ douze à quinze minutes, rarement plus.

» Cette méthode peut rendre de grands services dans le cas de prurits cutanés rebelles. Je me propose de revenir sur cette question avec plus de détails dans un travail que je publierai avec mon collègue M. Doumer. »

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 JUIN 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Vérifications expérimentales de la théorie des déversoirs sans contraction latérale, à nappe libre en-dessous;* par M. J. Boussinesq.

« I. Le coefficient expérimental m qu'il convient de comparer à 0,434 (¹) est assez difficile à fixer. Il ne faut pas, d'une part, le prendre parmi ceux qui correspondent aux charges h très inférieures à $0^m,15$; car, outre que la valeur adoptée 0,112 de c n'a pas été obtenue pour ces charges, le coefficient de débit m, quand elles s'abaissent au-dessous de $0^m,10$, croît notablement, comme celui des petits orifices (de diamètres de plus en plus faibles), à cause sans doute d'une action capillaire des parois qui y réduit

(¹) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 1327.

la contraction dans un rapport inconnu. Et il ne faut pas, non plus, le prendre parmi ceux qui correspondent aux fortes charges, comme de $0^m,30$ à $0^m,45$, presque comparables à la hauteur $1^m,135$ du déversoir : car ceux-là doivent *normalement* excéder, d'une manière assez sensible, leur valeur théorique *considérée ici*, à raison des vitesses, dont nous faisons présentement abstraction, déjà acquises par les filets fluides avant leur arrivée près du déversoir, dans le cas de fortes charges.

» Ce sont donc les charges allant environ de $0^m,15$ à $0^m,30$ qui paraissent spécialement convenir pour contrôler par l'observation notre valeur théorique $m = 0,434$. Or il se trouve que le coefficient expérimental m, minimum et très sensiblement égal à 0,4258 pour $h = 0^m,235$ environ, a conservé, de $h = 0^m,19$ à $h = 0^m,29$, la valeur 0,426, sauf écarts n'excédant pas 0,0005 (1). Dès lors, le meilleur coefficient expérimental m de débit que nous puissions comparer à notre résultat 0,434 est évidemment celui-là, 0,426. Sa petite différence en moins, 0,008, qui n'atteint pas 2 pour 100, s'explique non seulement par l'influence réductrice des frottements sur le débit, que néglige notre tentative théorique, mais aussi par le parallélisme des filets fluides, que nous avons admis dans la section contractée, à la place de leur faible convergence, un peu moins avantageuse quant au rendement des vitesses en volume liquide écoulé (2).

» II. M. Bazin a trouvé, d'autre part, 0,668 et 0,18 pour les deux rapports respectifs de η à h et de la pression maxima à $\rho g h$, en mesurant, il est vrai, l'épaisseur η de la nappe, ainsi que le maximum de la pression, dans le plan vertical des sommets des filets inférieurs (3), et non sur notre

(1) *Expériences nouvelles sur l'écoulement en déversoir, par* M. Bazin (1er article), au n° d'octobre 1888 des *Annales des Ponts et Chaussées :* Tableau de la p. 25 du Mémoire, où les erreurs expérimentales ne paraissent pas, vu leur compensation, devoir excéder quelques dix-millièmes.

(2) Cet écart 0,008 se trouverait encore réduit si l'on pouvait connaître ce que j'appelle la contraction *complète* du bas de la nappe déversante, c'est-à-dire la vraie valeur limite de c convenant au cas d'un déversoir de hauteur infinie, et qui, certainement, excède quelque peu la moyenne, 0,112, des contractions c (peu différentes entre elles, il est vrai) observées par M. Bazin sur son grand déversoir de $1^m,135$ de hauteur pour des charges comprises entre $0^m,15$ et $0^m,45$. Par exemple, avec $c = 0,115$, la valeur théorique (6) de m serait 0,4316, en excédent seulement de 0,0056 sur le résultat 0,426 de l'observation. Mais, d'autre part, celui-ci contient une petite partie provenant des vitesses d'amont, inconnue ou très difficile à bien déterminer, et dont la défalcation accroîtrait d'autant l'écart des deux coefficients expérimental et théorique.

(3) *Voir* les pages 39 et 59 du Mémoire de janvier 1890 cité précédemment.

section contractée située un peu plus en aval. Les expressions théoriques (9) de ces rapports s'en rapprochent beaucoup lorsqu'on prend, par exemple, $c' = 0{,}085$; ce qui leur donne les valeurs 0,677 et 0,177, dont les écarts d'avec 0,668 et 0,180 n'atteignent pas non plus 2 pour 100.

» Le rapport, à h, de l'altitude $\varepsilon + z\cos\beta$ du maximum, exprimé par la dernière formule (9), est alors 0,371, tandis que M. Bazin l'a trouvé égal à 0,34 seulement ([1]). Mais la différence, quoique de 9 pour 100, n'est pas excessive, eu égard à la difficulté, signalée par M. Bazin, du mesurage des pressions, troublé sans cesse par les oscillations de l'écoulement ([2]) et vu aussi l'incertitude régnant presque toujours, dans les questions pratiques, sur la *situation* véritable des maxima ou des minima, situation que les plus légères causes peuvent, par des variations *locales* du *second* ordre seulement apportées aux fonctions, déplacer d'une manière assez sensible.

» III. Pour des barrages non plus généralement verticaux, mais faisant, avec la verticale descendante émanée de leur crête, divers angles vers l'aval, comme, par exemple, 90°, 45°, 0°, −45°, et tous, d'ailleurs, de la même hauteur verticale $1^{m},135$, M. Bazin a trouvé ([3]) les contractions c suivantes

$$0{,}188, \quad 0{,}159, \quad 0{,}112, \quad 0{,}041,$$

avec des hauteurs η de la nappe égales respectivement à $0{,}612h$, $0{,}637h$, $0{,}668h$, $0{,}699h$, ou, entre elles, comme les nombres

$$0{,}916, \quad 0{,}954, \quad 1, \quad 1{,}046,$$

et des valeurs de m proportionnelles respectivement à

$$0{,}888, \quad 0{,}927, \quad 1, \quad 1{,}116.$$

» D'après la première formule (6), ces valeurs de m doivent être entre elles comme celles de $1 - \frac{3}{2}c$, ou, après division par $1 - \frac{3}{2}(0{,}112)$, comme celles de $1 - \frac{3}{2}(c - 0{,}112)$, qui sont très sensiblement

$$0{,}886, \quad 0{,}929, \quad 1, \quad 1{,}107.$$

» On voit qu'il y a bien accord, en effet, à moins de 1 pour 100. Il n'en est cependant plus de même pour les barrages qui plongent vers l'amont (à partir de leur crête), en faisant avec l'horizon un angle moindre que 45°.

([1]) Même Mémoire, p. 59.
([2]) Même Mémoire, p. 58.
([3]) Même Mémoire, p. 29, 36, 38 et 39.

Alors, sans doute, la convergence mutuelle des filets inférieurs et supérieurs, à leur arrivée sur le seuil, n'est pas assez forte pour qu'on puisse, *en comparaison,* la supposer terminée à une petite distance en aval du seuil, là où notre théorie admet une section contractée, quoique les filets continuent, au delà, à se rapprocher assez sensiblement. L'hypothèse d'une telle section contractée n'est donc plus acceptable.

» D'après la première formule (5) où, faute de mieux, l'on attribuerait provisoirement au petit terme en c' sa valeur, $-0,1899 \times 0,085 = -0,0161$, adoptée ci-dessus pour le déversoir vertical, les hauteurs η de la section contractée seraient $0,6176h$, $0,6402h$, $0,6769h$ et $0,7323h$, c'est-à-dire proportionnelles aux nombres

$$0,912, \quad 0,946, \quad 1, \quad 1,082,$$

au lieu d'être entre elles comme 0,916, 0,954, 1, 1,046. Ceux-ci s'éloignant moins de l'unité, on voit que la valeur supposée 0,085 de c' paraît être un peu trop forte dans les deux premiers cas, trop faible dans le dernier. Par conséquent, la petite dérivée inconnue c', comparable, quand le déversoir est vertical, à la fraction positive 0,085, grandirait avec l'inclinaison du barrage vers l'amont et diminuerait au contraire pour des barrages de plus en plus inclinés vers l'aval (à partir de leur crête). Aussi verrons-nous qu'elle est négative dans le cas limite, où c et c' sont calculables théoriquement, d'un déversoir dirigé horizontalement vers l'aval, c'est-à-dire quand le barrage, d'une forme plane ou courbe quelconque, se trouve armé à sa partie supérieure d'une large plaque horizontale rejetant du côté de l'amont la masse fluide qui afflue contre sa face inférieure et qui, dans son mouvement ascendant, se retourne de 180° vers l'aval pour constituer le dessous de la nappe déversante. »

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Sur une simplification qu'on introduit dans certaines formules de résistance vive des solides, en y faisant figurer la plus grande dilatation linéaire* Δ *que comporte leur matière, à la place de la force élastique correspondante* R_0; par M. **J. Boussinesq**.

« I. Les mécaniciens introduisent d'ordinaire, dans les formules relatives à la résistance ou à la non-rupture des solides élastiques en mouvement, comme dans celles de leur résistance statique, la plus grande tension R_0 que puisse éprouver sans danger une quelconque de leurs fibres,

à travers l'unité d'aire de sa section normale, au lieu de la dilatation linéaire maxima Δ n'entraînant pas l'altération de contexture de leur matière. La raison en est que, surtout à l'état d'équilibre, les efforts produisant la rupture, dans chaque mode de déformation, sont bien plus faciles à apprécier expérimentalement que les petits allongements d'où résulte l'énervement de la matière. Toutefois, sans parler des cas, signalés depuis longtemps, où la considération de l'effort le plus grand R_0 et celle de la dilatation élastique maxima Δ ne reviennent pas au même, cas où l'observation montre que l'on doit préférer de beaucoup limiter la dilatation (positive) et non l'effort, une raison de plus grande simplicité et, par conséquent, d'élégance dans l'énonciation des lois, devrait suffire à faire adopter, au moins pour les questions de résistance vive ou dynamique, cet emploi de la dilatation maxima Δ, qui est la véritable *limite d'élasticité*.

» II. En effet, quand il s'agit, comme le plus souvent, de vibrations ou de secousses imprimées au corps, les équations du problème conduisent généralement à une simple proportionnalité entre la plus grande énergie actuelle, ou demi-force vive, communiquée par unité de volume à l'élément le plus ébranlé du corps, et la plus grande énergie de ressort ou potentielle reçue par l'unité de volume de son élément le plus déformé. Or, si ρ désigne la densité du corps, E son coefficient (ordinaire) d'élasticité, V la vitesse maxima imprimée et ∂ la dilatation la plus grande produite, ces deux quantités d'énergie s'expriment, à des facteurs numériques près, par les produits ρV^2, $E\partial^2$; en sorte que la constance de leur rapport se traduit par une égalité de la forme $\rho V^2 = k^2 E\partial^2$, où k désigne un nombre positif dépendant de la figure du corps, du mode de mouvement qu'on lui imprime, et aussi, généralement, du rapport, à sa masse, de la masse étrangère qu'on lui suppose unie en certains points de sa surface, mais non de ses propriétés physiques (sauf parfois du rapport de ses deux coefficients d'élasticité λ, μ). Appelons ω la vitesse $\sqrt{\frac{E}{\rho}}$ de propagation du son le long d'une barre de même matière que ce corps élastique; et l'égalité précédente, divisée par ρ, avec substitution de Δ à ∂, donnera, pour limiter la vitesse maxima V qui puisse être, sans danger, imprimée à l'élément le plus ébranlé, la relation

$$V = k\omega\Delta. \tag{1}$$

» Les propriétés physiques n'y sont généralement représentées que par la célérité ω du son et par la limite d'élasticité Δ. Or si l'on introduisait, au

lieu de Δ, l'effort maximum $R_0 = E\Delta$, et aussi, suivant l'usage des mécaniciens, au lieu de la densité ρ, le poids spécifique $\Pi = \rho g$, il viendrait l'équation

$$V = kR_0\sqrt{\frac{g}{\Pi E}},$$

moins simple et surtout d'une signification bien moins intuitive que (1).

» Par exemple, dans le cas d'une barre heurtée soit longitudinalement (avec extension), soit transversalement, par un corps massif assez étendu pour communiquer sa propre vitesse initiale V au tronçon heurté, et où l'on considère l'*effet de début* (avant que le mouvement se soit propagé le long de la barre), la formule est $V = \omega\Delta$ pour le choc longitudinal et $V = k\omega\Delta$ pour le choc transversal, k étant une fraction qui a la valeur $\frac{1}{2}$ quand la barre est ronde, $\frac{1}{\sqrt{3}}$ quand elle est rectangulaire et heurtée normalement à une de ses faces, etc. ([1]).

» III. Mais les questions de mouvements ondulatoires ou vibratoires, c'est-à-dire affectés de phases faisant rapidement varier les actions élastiques entre particules voisines, ne sont pas les seules de dynamique où se révèle cet avantage de l'introduction des plus fortes dilatations non dangereuses Δ au lieu des résistances maxima R_0. Il peut en être de même, sauf de légères modifications de la formule, dans l'étude de mouvements d'ensemble, sans choc, où les distances intermoléculaires ne changent que très lentement, quand elles n'y sont pas tout à fait invariables.

» Tel est le cas d'un volant ayant sa masse, en forme d'anneau assez mince à grand rayon r, animée autour de l'axe d'une rotation *uniforme*, et dont la vitesse absolue V est la plus grande pour laquelle la force centrifuge ne risque pas de le faire éclater. Ses sections normales σ se trouvant alors soumises toutes, par raison de symétrie, à une traction normale pareille, savoir, à la tension maxima non dangereuse $R_0\sigma$ ou $(E\Delta)\sigma$ (vu la dilatation limite Δ qu'éprouvent toutes ses fibres circulaires $2\pi r$), les deux d'entre ces sections qui comprennent dans le volant un secteur élémen-

---

([1]) On peut voir pour ces questions, ainsi que pour la résistance analogue (de début) d'une plaque heurtée normalement par un corps massif, pour la résistance d'une barre de longueur finie durant le mouvement vibratoire consécutif à un choc, etc., les pages 480 à 577 et 655 à 664 de mon Volume intitulé *Applications des potentiels à l'étude de l'équilibre et du mouvement des solides élastiques, avec des notes étendues sur divers points de Physique mathématique et d'Analyse.*

taire, d'angle $d\theta$ et de volume $\sigma(rd\theta)$, supportent en tout deux de ces tractions, dont l'angle $\pi - d\theta$ a pour bissectrice leur résultante même, dirigée vers le centre. Celle-ci, égale, par suite, à $(E\Delta)\sigma d\theta$, équilibre donc la force centrifuge, précisément contraire, $\frac{V^2}{r}\rho(\sigma r d\theta)$ de la masse $\rho\sigma r d\theta$ du secteur; et l'on a $\rho V^2 = E\Delta$ ou $V^2 = \omega^2\Delta$. Il en résulte la formule, analogue à (1), sauf la substitution de $\sqrt{\Delta}$ à Δ,

$$V = \omega\sqrt{\Delta}. \tag{2}$$

» Ainsi, *le volant considéré peut, sans que la force centrifuge compromette sa contexture, acquérir une vitesse (constante ou très graduellement variable) egale à la fraction, de la vitesse* ω *de propagation du son suivant sa longueur, qu'indique la racine carrée de la limite d'élasticité* Δ *de sa matière.*

» En introduisant, suivant l'usage adopté, la tension maxima R_0 et le poids spécifique Π au lieu de la dilatation Δ et de la densité ρ, on aurait la formule, bien connue, $V = \sqrt{\frac{gR_0}{\Pi}}$, un peu moins simple, mais surtout moins expressive que la précédente (2). »

OPTIQUE. — *Sur diverses méthodes relatives à l'observation des propriétés appelées* anomalies focales *des réseaux diffringents.* Note de M. A. Cornu.

« 8. Les relations existant entre les distances ρ, ρ' des points de convergence des faisceaux incidents ou diffractés, les angles α, α' de leurs axes avec la normale au trait milieu du réseau et les paramètres R, P, e, m, λ définis précédemment (p. 1218),

$$\frac{\cos^2\alpha}{\rho} + \frac{\cos^2\alpha'}{\rho'} = \frac{\cos\alpha + \cos\alpha'}{R} - \frac{\sin\alpha + \sin\alpha'}{P}, \tag{6}$$

$$e(\sin\alpha + \sin\alpha') = m\lambda, \tag{7}$$

se prêtent immédiatement aux vérifications expérimentales : il suffit, dans les observations ordinaires, avec un goniomètre de Babinet, de graduer en millimètres les tubes de tirage du collimateur k de la lunette; la lecture de ces graduations définit les distances respectives xx' des points de convergence des faisceaux aux foyers principaux des deux objectifs préalablement bien déterminés. Les formules suivantes donnent ρ et ρ' :

(8) $xy = f^2, \quad x'y' = f'^2,$ (9) $\rho = y + h, \quad \rho' = y' + h',$

en appelant respectivement h et h' la distance du centre du réseau au point *focal principal extérieur* de chaque objectif.

» Les constantes e, R, P se déterminent par trois observations préliminaires; on peut alors comparer les valeurs observées avec les valeurs calculées; telle est la méthode, en quelque sorte brutale, de vérification.

» Il est plus élégant et surtout plus instructif d'utiliser les équations (6) et (7) de manière à éliminer certaines données et à réduire les vérifications à ce qu'elles ont d'essentiel. On remarquera, en effet, qu'il y a superposition de deux effets : l'un, inhérent à l'action de la courbure de la surface définie par le rayon R; l'autre à l'action du défaut d'équidistance des traits, caractérisé par le paramètre P. Il y a donc intérêt à étudier séparément ces deux influences autant qu'à déterminer isolément la valeur numérique de leurs paramètres.

» 9. *Construction et propriétés géométriques des courbes focales conjuguées.* — On éclairera la discussion de ces phénomènes (nécessairement un peu complexes en raison du grand nombre d'éléments qu'ils comprennent : $\rho, \rho', \alpha, \alpha'$, R, P, e, λ, m) par la construction des *courbes focales conjuguées* (p. 1220) : on obtiendra ainsi, avec une vue d'ensemble, des vérifications qualitatives faciles et beaucoup plus rapides que par discussion numérique.

» THÉORÈME I. — *Si la source décrit une des courbes focales, le foyer conjugué (point de la caustique par réflexion) décrit la courbe focale conjuguée.*

» Comme la construction par points de la caustique est très simple [1], on peut vérifier ou compléter le tracé de l'une des courbes par l'autre.

» Ce théorème se démontre en substituant $\alpha' = -\alpha$ dans l'équation (6); on retrouve alors la formule bien connue (caustiques par réflexion)

$$(10) \qquad \frac{1}{\rho} + \frac{1}{\rho'} = \frac{2}{R\cos\alpha},$$

» THÉORÈME II. — *Si, par le centre du réseau, on mène une droite coupant les deux courbes focales conjuguées, la moyenne harmonique des deux rayons vecteurs ρ', ρ'' est le rayon vecteur ρ de la courbe focale principale.*

» La démonstration est immédiate; il suffit de prendre la demi-somme des équations (8) et (8 *bis*), p. 1220, en substituant $\alpha = \alpha'$ et $\rho = \rho''$ et de l'identifier avec l'équation (9).

[1] Du centre de courbure on abaisse une perpendiculaire, 1° sur le rayon réfléchi; 2° du pied de cette perpendiculaire sur la normale et l'on obtient le *centre de jonction*. La source, son foyer conjugué et le centre de jonction sont en ligne droite (voir A. CORNU, *Nouvelles Annales de Mathématiques*, 2e série, t. II; 1863).

» *Remarque.* — La demi-différence de ces deux équations donne encore un résultat utilisable dont je supprime l'énoncé pour abréger.

» Enfin, il reste à indiquer une construction géométrique de ces données focales ; elle résulte de l'interprétation de l'équation (8), qu'on peut écrire

$$(8\ ter)\qquad \rho = \frac{K}{2}\,\frac{\cos^2\alpha}{\cos\left(\frac{\alpha}{2}+\varphi\right)\cos\left(\frac{\alpha}{2}+\psi\right)}\ (^1)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{1}{K^2} = \frac{1}{R^2}+\frac{1}{P^2},\\ &\operatorname{tang}(\varphi+\psi) = \frac{R}{P},\\ &\operatorname{tang}\varphi\operatorname{tang}\psi = \frac{R-Q}{R+Q},\end{aligned}\right.$$

Q représentant l'inverse de k (p. 1220), pour rétablir l'homogénéité.

» L'ensemble de ces propriétés permet donc de traiter *graphiquement* tous les cas relatifs à la formation des foyers des réseaux.

» *Remarque.* — Cette équation représente, en réalité, l'une et l'autre des deux courbes conjuguées; en effet, leur ensemble forme une courbe du sixième degré dont les branches sont algébriquement inséparables.

» Nous allons maintenant passer en revue quelques propriétés conduisant à des vérifications simples et caractéristiques.

» 10. *Séparation des effets de la courbure et de la non-équidistance des traits.* — On séparera immédiatement l'influence de la variation progressive des traits à l'aide de la remarque suivante : le signe de P, paramètre qui la caractérise, est le même que celui du coefficient c dans la formule

$$(11)\qquad s = bt + ct^2 \qquad \text{avec} \qquad P = \frac{b^2}{2c},$$

qui donne la distance du trait d'ordre t au trait milieu-origine.

» Si l'on fait tourner le réseau de 180° autour de sa normale au trait milieu, la loi de succession des traits devient

$$(12)\qquad s' = bt - ct^2,$$

par conséquent P change de signe. On peut donc renverser le signe de P, tandis que celui du rayon de courbure R reste invariable. De là une méthode d'observation qui permet soit d'éliminer, soit d'isoler l'influence de P, et, d'une manière corrélative, d'isoler ou d'éliminer l'influence de R.

» En effet, le faisceau incident restant fixe $(\rho'\alpha')$, l'axe du faisceau diffracté d'ordre m conserve dans cette rotation la même direction α en vertu de l'équation (7) indépendante de P comme de R; mais, comme P change

---

(1) Le paramètre K est représenté par la droite MK (*fig.* 2, p. 1221).

de signe dans la seconde position, la distance primitive ρ_1 devient ρ_2 : elles sont définies par les deux relations

$$(13)\qquad \frac{\cos^2\alpha}{\rho_1}+\frac{\cos^2\alpha'}{\rho'}=\frac{\cos\alpha+\cos\alpha'}{R}-\frac{\sin\alpha+\sin\alpha'}{P},$$

$$(14)\qquad \frac{\cos^2\alpha}{\rho_2}+\frac{\cos^2\alpha'}{\rho'}=\frac{\cos\alpha+\cos\alpha'}{R}+\frac{\sin\alpha+\sin\alpha'}{P}.$$

» Ajoutant et retranchant membre à membre, il vient

$$(15)\qquad \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\rho_1}+\frac{1}{\rho_2}\right)\cos^2\alpha+\frac{\cos^2\alpha'}{\rho'}=\frac{\cos\alpha+\cos\alpha'}{R}=\frac{2}{R}\cos\left(\frac{\alpha-\alpha'}{2}\right)\cos\left(\frac{\alpha+\alpha'}{2}\right),$$

$$(16)\qquad \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\rho_1}-\frac{1}{\rho_2}\right)\cos^2\alpha=-\frac{\sin\alpha+\sin\alpha'}{P}=-\frac{2}{P}\cos\left(\frac{\alpha-\alpha'}{2}\right)\sin\left(\frac{\alpha+\alpha'}{2}\right),$$

relations où les influences caractérisées par R et P sont séparées et qui se prêtent à une méthode expérimentale très simple, qu'on pourrait appeler *méthode par rotation du réseau autour de sa normale*.

» *Remarque*. — La méthode ne s'appliquerait pas moins bien, si l'on remplaçait la rotation (souvent incommode dans la pratique), par l'observation sous des *incidences symétriques*, c'est-à-dire en dirigeant le faisceau incident dans la direction $-\alpha'$ et observant le faisceau diffracté dans la direction $-\alpha$: la substitution de ces valeurs dans (6) montre que le résultat est identique.

» 11. *Cas particuliers*. — Il est inutile d'insister sur tous les cas particuliers qui simplifient l'observation : il suffit d'en énumérer quelques-uns.

» 1° *Faisceau incident parallèle :* ρ' devenant infini disparaît de l'équation (15), ce qui la rend tout à fait symétrique de (16).

» 2° *Faisceau incident parallèle avec incidence normale :* $\rho'=\infty$, $\alpha'=0$, l'équation (16) devient particulièrement simple.

» 3° *Source lumineuse au centre de courbure :* $\rho'=R$, $\alpha'=0$.

» C'est le cas réalisé dans l'observation spectrale à l'aide des réseaux concaves Rowland : les équations (13) et (14) deviennent

$$(17)\qquad \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\rho_1}+\frac{1}{\rho_2}\right)\cos\alpha=\frac{1}{R},\qquad\qquad (18)\qquad \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\rho_1}-\frac{1}{\rho_2}\right)\cos^2\alpha=-\frac{\sin\alpha}{P}.$$

» Lorsque P est très grand, c'est-à-dire lorsque l'équidistance des traits est presque parfaite, il se présente une grande simplification : alors les distances ρ_1 et ρ_2 sont peu différentes, et leur moyenne, arithmétique, géométrique ou harmonique, est sensiblement la même; soit ρ cette moyenne, l'équation (17) donnera comme valeur très approchée

$$(18)\qquad \rho=R\cos\alpha.$$

Éliminant alors $\cos^2\alpha$ entre (18) et (19), il vient, en remplaçant $\rho_1\rho_2$ par ρ^2, conformément à la remarque ci-dessus,

$$(19) \qquad \frac{1}{2}(\rho_1 - \rho_2) = \frac{R^2}{P}\sin\alpha.$$

C'est la loi des anomalies focales d'un réseau Rowland découvertes par M. J.-R. Rydberg (voir p. 1222) qui se trouve ainsi résulter directement de la présente théorie : c'en est même une vérification précieuse.

» 4° *Méthode du retour des rayons.* — On peut déterminer expérimentalement, point par point, *la courbe focale principale;* la méthode consiste à observer le faisceau diffracté en coïncidence avec le faisceau incident : $\alpha = \alpha'$, $\rho = \rho'$. L'appareil se réduit à une lunette fonctionnant aussi comme collimateur : le tirage mobile porte la fente (éclairée par un prisme hypoténuse) et, sur le prolongement de la fente, le réticule. On peut simplifier encore le dispositif et le réduire à l'*oculaire nadiral* lorsqu'on opère avec une source monochromatique. On voit aisément que les équations de condition sont précisément (17) et (18). L'angle α est mesuré par la plateforme graduée qui soutient le réseau.

» 12. Il resterait à montrer que les formules (6) et (7) conviennent aux faisceaux diffractés aussi bien par *réflexion* que par *transmission*. La discussion serait un peu longue; elle présente le même genre de difficultés que celle des foyers d'une lentille d'un miroir. Dans la pratique, toute difficulté s'évanouit parce qu'on a toujours comme repère le foyer des faisceaux transmis ou réfléchis ($m = 0$); on reconnaît donc sans hésitation la branche de courbe focale où se trouvent les foyers diffractés successifs.

» 13. *Détermination directe du paramètre* P. — Jusqu'ici le paramètre P[1] n'a été déterminé que par son influence sur la convergence des faisceaux diffractés : il est nécessaire pourtant, à titre de contrôle, d'en obtenir la valeur indépendamment de tout phénomène interférentiel.

» 1° *Méthode micrométrique.* — Appelons l_1 et l_{-1} les deux demi-largeurs du réseau comptées à partir du trait milieu et T le nombre des traits de

---

(1) P représente le paramètre relatif à l'accélération de la distance des traits sur *l'arc s développé :* il coïncide avec le paramètre P_v de la vis génératrice (p. 1218) si la courbure de l'arc est très faible; sinon, on a sensiblement

$$\frac{1}{P_v} = \frac{1}{P} + \frac{\delta}{R},$$

δ étant l'inclinaison moyenne de l'arc s sur l'axe de la vis pendant le tracé.

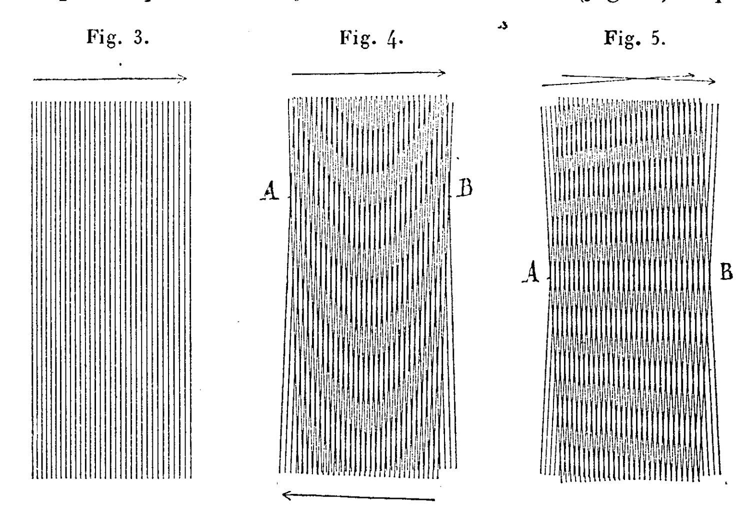
chaque côté : on a évidemment

$$l_1 = bT + cT^2,\quad l_{-1} = bT - cT^2; \qquad \text{d'où} \qquad 2bT = l_1 + l_{-1},\quad 2cT^2 = l_1 - l_{-1}, \qquad \text{et} \qquad \frac{b^2}{2c} = P = \frac{(l_1 + l_{-1})^2}{4(l_1 - l_{-1})}.$$

» Cette méthode exige une machine micrométrique très parfaite.

» 2° *Méthode du* MOIRÉ. — La méthode suivante dispense de toute machine de haute précision; elle est générale et permet de multiplier d'une manière presque indéfinie l'erreur suivant une loi quelconque d'équidistance des traits. Elle est fondée sur l'observation de *moirés* ou *franges*, produits par la superposition sous un petit angle de deux réseaux identiques. Appliquons-la à l'étude de la loi continue $s = bt + ct^2$. Les trois figures ci-contre permettront d'abréger les explications.

» La première (*fig.* 3) représente un réseau grossier dont les intervalles croissent régulièrement de $\frac{1}{240}$ de millimètre à chaque trait dans le sens de la flèche : il a été tracé sur une planche de cuivre, tiré sur papier et reproduit par le procédé Dujardin. La deuxième (*fig.* 4) représente la



superposition de deux tirages successifs de la même planche sur une même feuille; mais cette feuille, appliquée obliquement sur la planche, a été, au deuxième tirage, retournée de 180° dans son plan; la position des deux flèches en est la preuve. Enfin la troisième (*fig.* 5) représente un autre mode de superposition; la feuille de papier, inclinée vers la gauche par rapport à la planche, au premier tirage, a été inclinée, au second, du même angle vers la droite; les flèches en font foi.

» La *fig.* 4 (où les intervalles de largeur inverse sont superposés) offre

un *moiré* formé de courbes dont on trouve aisément les équations; celle qui nous intéresse A.B et qui est jalonnée par les points de croisement des traits de même ordre est une *parabole* dont le sommet a pour rayon de courbure $\mathcal{R}$

$$\mathcal{R} = P\frac{\sin\theta}{\cos^2\theta},$$

2θ étant l'angle d'inclinaison des deux réseaux (¹). On peut donc relever directement sur cette parabole la valeur du paramètre P. Au lieu de mesurer $\mathcal{R}$, ce qui serait un peu délicat, on relève la longueur 2X de la corde de l'arc de parabole AB et la flèche Y, et l'on a

$$P = \frac{X^2}{2Y}\frac{\cos^2\theta}{\sin\theta}.$$

Grâce à la multiplication de la flèche Y (d'autant plus grande que l'angle θ est plus petit), la mesure n'exige pas d'appareils de haute précision.

» La *fig.* 5 offre un contrôle important : la frange claire rectiligne AB prouve l'identité des deux réseaux superposés; la moindre inégalité se traduirait par une altération de la droite résultante.

» L'application à la détermination de P dans les réseaux diffringents est évidente : le resserrement des traits rend plus curieuse encore la production du *moiré* sur un champ en apparence uniforme. Le phénomène apparaît soit avec deux réseaux transparents identiques (tracés avec la même machine), soit sur deux copies d'un même réseau : les copies photographiques sur gélatine bichromatée, suivant le procédé de M. Izarn (p. 506), sont particulièrement propres à cette observation. Les franges apparaissent aussi en *moiré* lorsqu'on effectue deux fois le tracé sur la même surface, sous une obliquité convenable; c'est ainsi que j'opère depuis longtemps pour étudier les erreurs continues ou périodiques des vis.

» Quel que soit le mode d'application de la méthode, on trouve dans l'observation de ces franges des contrôles très précieux.

(¹) Les coordonnées rectangulaires x, y d'un point de la courbe [l'origine des coordonnées étant l'intersection des deux traits milieux ($t=0$) et l'axe des y la bissectrice de ces traits] sont

$$x = \frac{s+s'}{2\cos\theta} = \frac{bt}{\cos\theta}, \quad y = \frac{s-s'}{2\sin\theta} = \frac{ct^2}{\sin\theta}, \qquad \text{d'où} \qquad x^2 = y\frac{\sin\theta}{\cos^2\theta}\frac{b^2}{c} = \frac{\sin\theta}{\cos^2\theta}2Py,$$

par élimination de t dans s et s' donnés par (11) et (12).

La demi-corde X s'obtient en substituant dans x $t=T$ (*voir* ci-dessus) et la flèche Y en faisant la même substitution dans y.

» Les vérifications numériques relatives aux propriétés focales précitées feront l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'extraction de la zircone et de la thorine.* Note de M. L. TROOST.

« Dans une des précédentes séances de l'Académie ([1]) j'ai montré que le zircon (silicate de zirconium), porté dans les mêmes conditions que la zircone à la température de l'arc électrique, fourni par un courant de 30 à 35 ampères et de 70 volts, donne rapidement de longs filaments de silice qui s'enchevêtrent peu à peu et forment un véritable feutrage.

» Comme cette expérience permet de se débarrasser de la presque totalité de la silice contenue dans le silicate de zircone, je crois devoir en préciser les conditions.

» Le zircon pulvérisé est intimement mêlé avec un excès de charbon finement tamisé, et comprimé en petits cylindres que l'on soumet, sur une coupelle en charbon, à l'action de l'arc électrique, dans un appareil clos traversé par un courant lent de gaz acide carbonique. Dans ces conditions, la production des filaments de silice se fait très rapidement, elle est accompagnée d'une fumée noire épaisse qui montre qu'il n'y a pas uniquement vaporisation de la silice, mais aussi, pour une certaine partie, réduction de la silice par le charbon et, par suite, production de silicium pulvérulent, qui, entraîné, se réoxyde en dehors de l'arc électrique. De sorte qu'à côté de la vaporisation proprement dite, il y a une volatilisation apparente de la silice, résultant d'un double phénomène de réduction et de réoxydation successives.

» Dans ces conditions le zircon, qui contenait avant l'expérience environ 33 pour 100 de silice, laisse un produit qui n'en contient plus que de 1 à $1\frac{1}{2}$ pour 100 ([2]).

» L'extraction de la zircone du zircon se trouve ainsi notablement simplifiée.

» Si, au lieu du mélange de zircon et de charbon, on expose à la température de l'arc électrique du zircon seul, il fond, mais la vaporisation de

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1227.

([2]) Une partie de la zircone se trouve réduite; et si l'on ouvre le four avant refroidissement complet, le zirconium, résultant de la réduction, prend feu et redonne de la zircone.

la silice est lente, elle est seulement partielle et entraîne une proportion notable de zircone.

» J'ai obtenu des résultats analogues pour l'élimination de la silice contenue dans la thorite et dans l'orangite (silicates de thorine.)

» Ce procédé peut être généralisé et faciliter la préparation des bases contenues dans les silicates. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude de quelques phénomènes nouveaux de fusion et de volatilisation produits au moyen de la chaleur de l'arc électrique.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Dans une série de Notes que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie, nous avons indiqué que, par une élévation de température suffisante, obtenue au moyen du four électrique, il était possible de réaliser en quelques instants la cristallisation des oxydes métalliques, la réduction de certains oxydes, la fusion des métaux réfractaires et la distillation de la silice et de la zircone.

» Dans le travail que nous présentons aujourd'hui, nous insisterons plus particulièrement sur la volatilisation des métaux et des oxydes métalliques.

» Quand il s'est agi de condenser les vapeurs de corps difficilement volatilisables à haute température, nous avons employé un tube métallique refroidi intérieurement par un courant d'eau. On sait que ce dispositif a fourni d'intéressants résultats à Henri Sainte-Claire Deville dans ses belles recherches sur la dissociation.

» Nous nous sommes servi dans ces expériences d'un tube de cuivre courbé en U, de 15^{mm} de diamètre, et traversé par un courant d'eau ayant une pression d'environ 10 atmosphères. La partie courbée du tube en U était introduite dans le four électrique à 2^{cm} de l'arc au-dessus du creuset qui renfermait la substance à volatiliser; de plus, une feuille de carton d'amiante placée auprès de l'ouverture qui livrait passage au tube froid permettait de condenser les vapeurs métalliques qui sortaient du four en abondance.

» Comme exemple de l'emploi du tube froid, nous citerons l'action de la chaleur sur deux composés stables de la Chimie minérale : le pyrophosphate et le silicate de magnésium.

» Le pyrophosphate de magnésium a été soumis pendant cinq minutes dans le four électrique à l'action d'un arc de 300 ampères et de 65 volts.

Après quelques instants des vapeurs abondantes se sont dégagées. Le tube froid placé dès le début dans l'appareil était traversé avant l'expérience par un courant d'eau possédant une température de 15°,4. A la fin de l'expérience, au moment où le four était en pleine activité, la température de l'eau qui traversait le tube n'était que de 17°,5. Dans ces conditions, les vapeurs qui se produisent au milieu du four se condensent avec la plus grande facilité sur le tube refroidi. Et lorsque nous avons retiré ce dernier du four, nous avons pu constater qu'il était recouvert en partie de phosphore ordinaire s'enflammant par le frottement ou s'oxydant lentement à l'air en fournissant un enduit sirupeux qui réduisait abondamment l'azotate d'argent. Outre ce phosphore, nous avons pu caractériser sur le tube l'existence de la magnésie ([1]).

» Dans une autre expérience, nous avons chauffé de l'amiante (silicate de magnésie contenant un peu de fer) dans un creuset de charbon pendant six minutes. Le courant mesurait 300 ampères et 75 volts. Après l'expérience, il ne restait dans le creuset qu'une très petite quantité de silicate fondu et un globule ferrugineux à cassure brillante renfermant 1,6 de magnésium et 0,7 de silicium.

» Le tube froid était recouvert par une poudre grise contenant un grand excès de silice, de magnésie et de très petites quantités de carbone et de silicium. Nous y avons rencontré des sphères de silice transparentes, rayant le verre et donnant nettement la réaction de la silice à la perle de sel de phosphore.

» Ces deux expériences préliminaires, que nous choisissons parmi beaucoup d'autres, nous démontrent que les sels les plus stables sont dissociés à la température de l'arc électrique, et qu'il est possible de recueillir et d'étudier avec facilité les produits de leur décomposition.

VOLATILISATION DES MÉTAUX.

» *Cuivre.* — Un fragment de cuivre de 103^{gr} est placé dans le creuset en charbon du four électrique. On chauffe pendant cinq minutes avec un

---

([1]) Il restait dans le creuset une matière grise, caverneuse, fondue, qui à l'analyse nous a donné, en acide phosphorique et en magnésie, des chiffres très différents de ceux du pyrophosphate employé.

	Pyrophosphate.	Culot fondu.
Acide phosphorique.........	63,96	43,84
Magnésie..................	36,04	55,58

courant de 350 ampères et 70 volts. Après une minute ou deux des flammes éclatantes, de $0^m,04$ à $0^m,05$ de longueur, jaillissent avec force par les ouvertures qui donnent passage aux électrodes de chaque côté du four. Ces flammes sont surmontées de torrents de fumées de couleur jaune, fumées qui sont produites par la formation d'oxyde de cuivre provenant de la combustion de la vapeur métallique.

» Après cinq minutes, on arrête le courant, le culot qui reste dans le creuset ne pèse plus que 77^{gr}. Dans ces conditions, 26^{gr} de cuivre ont été volatilisés.

» Tout autour du creuset, dans la partie horizontale qui se trouve entre le couvercle et le four, on rencontre une large auréole de globules de cuivre fondu provenant de la distillation du métal. La vapeur jaune recueillie abandonne de l'oxyde de cuivre à l'acide chlorhydrique étendu et froid, et laisse, comme résidu, des petites sphères de cuivre métallique noircies à la surface et solubles dans l'acide azotique.

» Sur le tube froid, on trouve en abondance du cuivre métallique.

» *Argent*. — On sait depuis longtemps que l'argent est volatil à haute température. Dans le four électrique, on peut amener l'argent en pleine ébullition. Il distille alors avec plus de facilité que la silice ou la zircone. On recueille en abondance des globules fondus, une poussière grise amorphe et des fragments arborescents.

» *Platine*. — Chauffé dans le four électrique, le platine entre en fusion en quelques instants et ne tarde pas à se volatiliser. On recueille du platine métallique en petits globules brillants, et en poussière sur les parties les moins chaudes des électrodes ou sur la surface de la brique inférieure à quelques centimètres du creuset.

» *Aluminium*. — Chauffe de six minutes, courant de 70 volts et 250 ampères. On obtient sur le tube froid une poudre grise légèrement agglomérée, qui, par agitation avec l'eau, laisse tomber au fond du verre de petites sphérules d'aluminium. Ces sphères ont l'aspect métallique, elles sont attaquées par l'acide chlorhydrique ou sulfurique, avec dégagement d'hydrogène. Dans les vapeurs qui sortent du four, on peut aussi recueillir, sur un carton d'amiante, de petites sphères recouvertes d'alumine.

» *Étain*. — Durée de l'expérience, huit minutes. Intensité du courant, 380 ampères et 80 volts. Lorsque le four est en pleine activité, il se dégage auprès des électrodes des fumées blanches assez abondantes. On trouve sur le tube une petite quantité d'oxyde d'étain, soluble dans l'acide chlorhydrique étendu, de petits globules brillants et une substance grise,

à aspect fibreux, constituant un véritable feutrage. Cette partie fibreuse et les sphères métalliques donnent, avec l'acide chlorhydrique, un dégagement très net d'hydrogène; elles sont formées d'étain métallique. Il est facile de condenser aussi à la partie extérieure du four de petits globules d'étain métallique mélangés d'oxyde.

» *Or*. — Durée de l'expérience, six minutes. Intensité du courant, 360 ampères, 70 volts. On a placé 100^{gr} d'or dans le creuset; après l'expérience, il n'en restait que 95^{gr}. Pendant l'expérience il s'était dégagé des fumées abondantes de couleur jaune verdâtre. Le tube froid était recouvert d'une poudre de couleur foncée à reflets pourpres. Au microscope, avec un faible grossissement, on distinguait nettement de petites sphères régulières d'or fondu, d'une belle couleur jaune. Ces globules se dissolvent avec rapidité dans l'eau régale, et fournissent tous les caractères des sels d'or.

» Sur le carton d'amiante sur lequel les vapeurs du four sont venues se condenser, nous avons rencontré, au point le plus chauffé, de nombreux globules très petits d'or métallique. Autour de cette partie qui avait une couleur jaune très nette se trouvait une auréole rouge, puis au delà une belle teinte pourpre foncée.

» *Manganèse*. — Ce métal, sur la volatilisation duquel M. Jordan vient récemment d'appeler l'attention, nous a fourni des résultats très intéressants. Nous ne rapporterons ici qu'une seule expérience qui nous a semblé tout à fait caractéristique. Durée de la chauffe, dix minutes; intensité du courant 380 ampères et 80 volts. On avait placé dans le creuset 400^{gr} de manganèse. Il s'est dégagé pendant l'expérience des fumées très abondantes et à la fin nous n'avons pu trouver qu'un culot de carbure métallique pesant à peine quelques grammes.

» Du reste, chaque fois que, dans la préparation du manganèse au four électrique, on chauffe trop longtemps, on ne retrouve plus de métal dans le creuset.

» *Fer*. — Durée de l'expérience, sept minutes. Intensité du courant, 350 ampères et 70 volts. On recueille sur le tube froid une poudre grise présentant quelques surfaces brillantes, très minces, mamelonnées, assez malléables pour se plier sous une lame de canif, mélangées à une poussière grise ayant la couleur du fer réduit par l'hydrogène. Cette poussière devient brillante par le brunissoir et l'échantillon entier se dissout dans l'acide chlorhydrique étendu en produisant un dégagement d'hydrogène.

» Sur le carton d'amiante sur lequel viennent se condenser les vapeurs

métalliques on recueille de petites sphères d'oxyde magnétique et des globules du même composé de couleur noire et de surface rugueuse.

» *Uranium.* — Durée de l'expérience, neuf minutes. Intensité du courant, 350 ampères, 75 volts. On recueille sur le tube froid de petites sphères métalliques, pleines, abondantes, mélangées à un dépôt de poudre grise facilement soluble dans les acides avec dégagement d'hydrogène. La solution présente tous les caractères des sels d'uranium. Sur le carton d'amiante on trouve d'abondantes sphères jaunes qui, écrasées au mortier d'agate, perdent une croûte d'oxyde, deviennent grises et prennent l'aspect métallique.

» Ces sphères d'uranium distillé ne contiennent pas de carbone et ne sont pas attirables à l'aimant.

Métalloïdes.

» *Silicium.* — Avec un courant de 380 ampères et 80 volts, on peut obtenir la volatilisation du silicium. On trouve, sur le tube froid, de petites sphères de silicium fondu attaquables par le mélange d'acide azotique et d'acide fluorhydrique. Ces sphères sont mélangées d'une poussière grise et d'une petite quantité de silice. Si l'on recueille les vapeurs sur du carton d'amiante, on voit que la plus grande partie du silicium a été transformée en silice.

» *Carbone.* — Durée de l'expérience, douze minutes. Intensité du courant, 370 ampères et 80 volts. En chauffant dans ces conditions un creuset rempli de gros fragments de charbon, toute la masse de carbone ne tarde pas à se transformer en graphite et, après l'expérience, on trouve sur le tube froid des plaques minces très légères, translucides, et présentant par transparence une teinte marron. M. Berthelot, dans ses nombreuses expériences sur la condensation progressive du carbone, a déjà indiqué l'existence d'un carbone léger, de couleur marron. Cette matière est séparée de la chaux qui a été volatilisée en même temps par l'acide chlorhydrique étendu. Le résidu ainsi obtenu, dont nous poursuivons l'étude, brûle facilement dans l'oxygène, en produisant de l'acide carbonique.

Oxydes.

» Les recherches que nous avons indiquées précédemment sur la cristallisation des oxydes démontraient surabondamment la volatilité de ces composés. Nous allons la mettre en évidence pour les oxydes regardés avant nos recherches comme infusibles : la chaux et la magnésie.

» *Chaux.* — Avec un courant de 350 ampères et 70 volts, on obtient

la volatilisation de la chaux en huit à dix minutes. Dans ces conditions, on recueille sur le tube froid la chaux sous forme de poussière amorphe, ne présentant pas de sphérules. Il sort du four d'abondantes vapeurs d'oxyde de calcium. Avec un courant de 400 ampères et 80 volts, l'expérience se réalise en cinq minutes.

» Enfin, avec un courant de 1000 ampères et 80 volts, on peut volatiliser en cinq minutes une centaine de grammes d'oxyde de calcium.

» *Magnésie*. — La magnésie est plus difficile à volatiliser que la chaux; de plus, son point d'ébullition est voisin de son point de fusion. Dès que la magnésie est fondue, elle émet des vapeurs qu'on peut condenser sur le tube froid. Cette expérience se produit avec un courant de 360 ampères et 80 volts. Cette distillation devient très belle et très rapide lorsqu'on emploie des courants de 1000 ampères et 80 volts.

» *Conclusions*. — En résumé, à la haute température produite dans nos expériences par l'arc électrique, les métalloïdes et les métaux regardés jusqu'ici comme réfractaires sont volatilisés. Les composés les plus stables de la Chimie minérale disparaissent dans le four électrique, soit par dissociation, soit par volatilisation. Il ne reste plus pour résister à ces hautes températures qu'une série de composés nouveaux parfaitement cristallisés, d'une stabilité exceptionnelle et dont nous décrirons bientôt les propriétés. Ce sont les borures, les siliciures et surtout les carbures métalliques.

» M. Daubrée a déjà fait remarquer que le carbone de tous nos composés organiques actuels a pu se trouver originairement combiné aux métaux à l'état de carbures métalliques. Le four électrique semble bien réaliser les conditions de cette époque géologique reculée. Il est vraisemblable pour nous que ce sont ces composés qui peuvent subsister dans les astres à température élevée. Nous ajouterons que, pour cette même période, l'azote devait se rencontrer sous forme d'azotures métalliques, tandis que vraisemblablement l'hydrogène existait en grande quantité à l'état de liberté dans un milieu gazeux complexe renfermant des carbures d'hydrogène et peut-être des composés cyanés.

» La partie de ces recherches qui nécessitait une force de 400 ampères et 70 volts a été faite au Conservatoire des Arts et Métiers, où M. Laussedat a continué à nous offrir une bienveillante hospitalité. Les expériences qui demandaient des tensions de 1000 ampères ont été exécutées à la Compagnie continentale Edison, dont le directeur, M. Meyer, a bien voulu mettre à notre disposition la belle installation de l'avenue Trudaine. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. F. Nau soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Sur la prétendue découverte de la variation, par Aboul Wéfa ».

(Commissaires : MM. Tisserand, Darboux, Callandreau).

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces à élément linéaire de Liouville et les surfaces à courbure constante*. Note de M. **Émile Waelsch**, présentée par M. Darboux.

« Dans les surfaces dont l'élément linéaire à la forme de Liouville

$$ds^2 = [U(u) + V(v)](du^2 + dv^2), \tag{1}$$

les lignes géodésiques sont données par la formule

$$\int \frac{du}{\sqrt{U-a}} - \int \frac{dv}{\sqrt{V+a}} = b. \tag{2}$$

» Si, dans cette formule, on suppose a constant, on obtient une famille de géodésiques. Les tangentes des courbes de cette famille forment une congruence de normales. Un des points focaux d'une droite de cette congruence est son point de contact m avec la surface ; soit m' le second point focal, nous dirons qu'il correspond au point m, relativement à la famille de géodésiques considérée.

» Si maintenant nous faisons varier la constante a dans la formule (2), nous obtiendrons une infinité simple de familles; pour chacune d'elles correspond au point m un point m'. Tous ces points m' se trouvent *sur une courbe* C_m, *qui est une strophoïde générale*.

» Prenons dans le plan tangent en m, comme axes de coordonnées, les tangentes aux courbes $u =$ const., $v =$ const.; l'équation de cette courbe sera

$$(x^2 + y^2)(\gamma' x - \gamma y) - xy = 0,$$

où γ et γ' sont les courbures géodésiques au point m des lignes $u = \text{const.}$, $v = \text{const.}$

» Si $\gamma = \gamma'$, la courbe C_m est une strophoïde ordinaire et l'élément linéaire de la surface prend la forme

$$ds^2 = (u + v)(du^2 + dv^2)$$

que M. Lie a rencontrée dans ses recherches sur les lignes géodésiques ([1]).

» Si la surface est applicable sur une surface de révolution, la courbe C_m est un cercle passant par le point m. Pour les surfaces de révolution elles-mêmes, ce cercle est normal au méridien et coupe l'axe de révolution.

» On peut appliquer à une surface quelconque le procédé que nous venons d'employer. A tout groupement des géodésiques de cette surface il correspondra dans chaque plan tangent une courbe C_m. Au sujet de ces courbes, on peut se poser la question suivante :

» Existe-t-il des surfaces pour lesquelles on puisse grouper les géodésiques de telle manière que les courbes correspondantes à ce groupement aient une propriété donnée d'avance, par exemple qu'elles soient transformables l'une dans l'autre par des transformations données?

» Nous examinerons ici le cas le plus simple de ce problème, en supposant que la figure contenant le point m et la courbe C_m soit la même pour tous les points de la surface. On trouve que *les surfaces à courbure constante satisfont seules à la question; les courbes correspondantes dépendent de deux paramètres* et peuvent être définies de la manière suivante. Considérons dans le plan tangent le cercle R_m de centre m et de rayon a ($-a^{-2}$ désignant la courbure de la surface); *toute courbe C_m est l'inverse par rapport au cercle R_m d'une conique possédant avec le cercle un contact du troisième ordre.*

» Comme on pouvait le prévoir, parmi les courbes C_m se trouve le cercle R_m bien connu dans la théorie des surfaces à courbure constante ([2]). On trouve aussi les tangentes au cercle R_m et les cercles R'_m passant par le point m et tangents au cercle R_m. L'existence de ces cercles R'_m, jointe au résultat trouvé plus haut, met en évidence le fait que les surfaces à cour-

---

([1]) Voir Lie, *Untersuchungen über geodätische Linien* (*Math. Annal.*, t. XX, p. 389).

([2]) *Voir* Darboux, *Leçons sur la Théorie générale*, t. III, p. 423.

bure constante négative sont applicables une infinité de fois sur une pseudosphère.

» Il nous reste à faire connaître comment, étant donnée une courbe C_m^0 dans un plan tangent en un point quelconque de la surface, on pourra en déduire la position des courbes C_m relatives à tous les plans tangents de la surface. Soit μ_0 le point de contact de la courbe C_m^0 avec le cercle R_m^0; il existe, comme on sait, une surface Σ à courbure $-a^{-2}$ qui coupe tous les cercles R_m orthogonalement et qui passe par le point μ_0. Le point de contact de la courbe C_m avec le cercle R_m est précisément le point où ce cercle est coupé orthogonalement par la surface Σ. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété générale des champs électriques et magnétiques.* Note de M. **Vaschy**, présentée par M. A. Cornu.

« Tout champ électrique (ou magnétique) est caractérisé par l'existence, en ses divers points, d'un vecteur f, qui représente l'*intensité* du champ et auquel on donne souvent le nom impropre de *force* électrique (ou magnétique). La propriété générale d'un champ quelconque, démontrée dans ma dernière Note (*Comptes rendus*, p. 1355), s'énoncera donc comme il suit dans le cas d'un champ électrique (ou magnétique) constant ou variable avec le temps.

» *La distribution du vecteur électrique (ou magnétique) f dans le champ, à un instant quelconque t, est identique à la distribution de la résultante de deux forces fictives f_1 et f_2 définies ainsi : la force f_1 serait créée par un système de masses électriques (ou magnétiques) agissant à distance suivant la loi de la gravitation universelle; f_2 serait créée par un système de masses vectorielles électriques (ou magnétiques) agissant à distance suivant la loi de Laplace. La densité ρ des masses électriques (ou magnétiques) et les composantes μ_x, μ_y, μ_z de la densité μ des masses vectorielles sont données par les formules*

$$(1)\qquad 4\pi\rho = \frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z},$$

$$(2)\qquad 4\pi\mu_x = \frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y},\qquad 4\pi\mu_y = \frac{\partial Z}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial z},\qquad 4\pi\mu_z = \frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x},$$

où X, Y, Z désignent les composantes du vecteur f.

» On remarquera que μ_x, μ_y, μ_z satisfont à l'identité

$$(3)\qquad \frac{\partial \mu_x}{\partial x} + \frac{\partial \mu_y}{\partial y} + \frac{\partial \mu_z}{\partial z} = 0.$$

» *Rôle des masses fictives.* — Indépendamment de leur intervention dans l'énoncé de la propriété précédente, on sait quelle est l'importance des masses électriques (ou magnétiques) dans le développement de la théorie. Le rôle des masses vectorielles n'est pas moins important, soit dans le calcul des forces auxquelles sont soumis les corps, conducteurs ou diélectriques, placés dans le champ, soit dans le calcul de l'énergie potentielle transmise à travers ces corps.

» Par exemple, la force F que subit l'unité de volume d'un corps homogène, en un point où les densités de masse électrique (ou magnétique) et de masse vectorielle électrique (ou magnétique) sont respectivement ρ et μ, est la résultante de deux forces F_ρ et F_μ :

» 1° $F_\rho = f\rho$, dirigée suivant le vecteur f;

» 2° $F_\mu = \frac{1}{k} f\mu \sin\theta$, perpendiculaire au plan des vecteurs f et μ, et égale au produit du pouvoir inducteur électrique (ou magnétique) $\frac{1}{k}$ du corps par l'aire $f\mu\sin\theta$ du parallélogramme construit sur f et μ comme côtés.

» *Application au champ magnétique d'un courant permanent.* — En nous appuyant simplement sur la propriété énoncée plus haut et sur l'expérience de Biot et Savart, relative à l'action d'un courant cylindrique indéfini sur un aimant, nous aurons la clef de l'Électromagnétisme tout entier. En effet, dans cette expérience on constate : 1° que les lignes de force magnétiques sont des circonférences ayant pour axe l'axe du conducteur; 2° que le vecteur magnétique f est proportionnel à l'intensité I du courant, et proportionnel ou inversement proportionnel à la distance r à l'axe suivant, que l'on explore le champ intérieur ou le champ extérieur au conducteur ([1]). En un mot f est représenté par les formules

$$f = \text{AI}\,\frac{r}{a^2} = \text{A}\pi i r, \qquad \text{à l'intérieur du conducteur,}$$

$$f = \text{AI}\,\frac{1}{r}, \qquad \text{à l'extérieur du conducteur,}$$

a désignant le rayon du conducteur, $i = \frac{\text{I}}{\pi a^2}$ la densité du courant, A une constante.

» Si l'on prend pour axe Oz, dans un système de coordonnées rectangulaires, l'axe du conducteur, les composantes X, Y, Z de f en un point

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, 3 février 1890, Note de M. Joubin.

(x, y, z) seront

(4) $X = A\pi iy$, $Y = -A\pi ix$, $Z = 0$, à l'intérieur,

(5) $X = AI\frac{y}{r^2}$, $Y = -AI\frac{x}{r^2}$, $Z = 0$, à l'extérieur.

» L'application des formules (1) et (2) au champ intérieur montre que ρ, μ_x et μ_y sont nuls et que l'on a

$$\mu = \mu_z = \frac{A}{2} i.$$

» Les formules (2) ne faisant intervenir que l'état du champ et les propriétés du milieu au point (x, y, z), la constante A, qui entre dans la formule de μ, ne peut dépendre que de la substance du conducteur en ce point; et, comme l'*expérience montre que la nature de cette substance est sans influence sur le champ créé par le courant,* A est une constante absolue. Les unités étant choisies de telle sorte que A soit égal à 2, il en résulte une interprétation remarquablement simple de la densité μ de masse vectorielle magnétique : μ *se confond, en grandeur et en direction, avec la densité* i *du courant.*

» L'identité $\mu = i$ permet désormais, grâce au théorème énoncé au début de cette Note, de calculer le champ magnétique créé par un courant permanent de forme quelconque. Voici quelques vérifications intéressantes :

» D'abord, dans l'expérience de Biot et Savart, la densité i du courant étant nulle à l'extérieur du conducteur, il doit en être de même de la densité μ de masse vectorielle magnétique. On trouve, en effet, par application des formules (2) et (5)

$$\mu_x = \mu_y = \mu_z = 0.$$

» En second lieu, si, dans l'identité (3), on remplace μ_x, μ_y, μ_z par les composantes de la densité i du courant, la relation obtenue exprimera que le flux d'électricité entrant dans un volume quelconque est égal au flux qui en sort dans le même temps. C'est bien là en effet une propriété du courant permanent.

» D'autre part, la règle bien connue, fixant la grandeur et la direction de la force F_μ qu'un champ magnétique f exerce sur l'unité de volume d'un conducteur parcouru par un courant de densité $i = \mu$, résulte de ce qui a été dit plus haut au sujet de cette force F_μ.

» Enfin de ce que, à l'extérieur d'un feuillet limité au contour du courant, on a

$$\mu = i = 0,$$

il résulte que le champ y a un potentiel uniforme; et, par application d'une propriété démontrée dans une précédente Note, ce champ est équivalent à celui que produiraient des masses magnétiques réparties à l'intérieur du feuillet. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Étude de la filtration des liquides.* Note de M. **R. Lezé**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Les phénomènes de la filtration des liquides ou de leur circulation dans des tubes capillaires peuvent être étudiés de la manière la plus simple et la plus fructueuse avec l'aide de la force centrifuge.

» En soumettant à l'influence d'une rotation très rapide un vase poreux contenant le liquide à étudier et placé lui-même dans une éprouvette, on détermine une filtration du liquide à travers la cloison poreuse.

» Par des expériences comparatives faites alternativement sur deux mêmes vases poreux dans lesquels on met de l'eau distillée et le liquide à examiner, chaque vase servant donc successivement pour l'eau et le liquide, on arrive, en pesant les vases avant et après la rotation, à déterminer, par la moyenne de deux expériences, la quantité du liquide écoulé par comparaison avec l'eau distillée.

» Par cette méthode, nous avons trouvé les chiffres suivants.

» La vitesse d'écoulement de l'eau distillée étant prise pour unité, on trouve pour celles de dissolutions variées les nombres suivants :

	Concentration.	Vitesse d'écoulement.
Chlorure de sodium	5 %	1,023
» de potassium	5 %	1,043
Azotate de soude	5 %	1,051
Sulfate d'ammoniaque	5 %	0,993
Alcool à	20°	0,590
» à	40°	0,50
» à	90°	0,67
Lait	»	0,03
Purin	»	0,10

» Nous constatons donc ces faits étranges de l'accélération de l'écoulement de l'eau par l'addition d'un sel et du ralentissement par addition d'alcool, avec un curieux maximum dans les environs de 40° (ce fait a été observé déjà).

» Les nombres donnés sont relatifs à une pression de 8 à 10 atmosphères appliquée pendant dix minutes, les tubes ayant parcouru 40^{km} à 50^{km}.

» Si l'on augmente la vitesse et la pression par conséquent, les coefficients des chlorure de potassium et d'azotate de soude vont en croissant, ceux des chlorure de sodium et sulfate d'ammoniaque diminuent.

» En renversant l'expérience précédente, on arrive à des résultats remarquables : On verse les liquides à examiner entre l'éprouvette de verre et les parois externes du vase poreux.

» Dans ces conditions, sous l'influence de la rotation et partant de la pression, le liquide pénètre dans le vase poreux en se filtrant en traversant les parois. Si ce liquide contenait des particules solides en suspension, celles-ci, dans le cas où leur densité est plus grande que celle du milieu, vont se rassembler au fond de l'éprouvette.

» On a donc constitué ainsi, un filtre dont le principe est nouveau :

» Lorsque le liquide chargé de substances étrangères se présente à la paroi filtrante il la traverse tandis que les impuretés cheminent en sens contraire et se détachent même du filtre si elles y étaient un moment déposées sur sa surface extérieure.

» Le liquide filtré est stérilisé lorsque l'on emploie comme paroi filtrante des vases poreux de pile, des bougies Chamberland ou de porcelaine d'amiante.

» Nous sommes parvenu à rendre continu le fonctionnement de ce filtre en cloisonnant, par des parois poreuses et filtrantes, le tambour d'une turbine que l'on fait ensuite tourner à plusieurs milliers de tours pour bénéficier d'une pression qui peut monter jusqu'à 15 ou 20 atmosphères. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons des molybdates et de l'acide sulfureux.* Note de M. E. **Péchard**, présentée par M. Troost.

« Les dissolutions des molybdates alcalins, acidulées par l'acide chlorhydrique, sont facilement réductibles; l'acide molybdique qu'elles contiennent est ramené à l'état d'oxyde bleu qui colore fortement la liqueur. Parmi les corps réducteurs, l'acide sulfureux peut effectuer cette

transformation; mais si la dissolution ne contient pas un acide minéral, la réaction est tout autre; il se produit des composés complexes, formés par l'union des molybdates et de l'acide sulfureux.

» 1. *Action de l'acide sulfureux sur le molybdate d'ammoniaque.* — Si, dans une dissolution chaude et moyennement concentrée de molybdate ordinaire d'ammoniaque, on fait passer un courant d'acide sulfureux, ce gaz est rapidement absorbé. La liqueur, d'abord incolore, jaunit puis bleuit légèrement en devenant fortement acide. On arrête le courant de gaz quand la dissolution sent fortement l'odeur sulfureuse, et l'on voit se déposer de la liqueur bleue de petits cristaux incolores d'un sel ammoniacal. Ce sel contient un acide complexe formé par la combinaison de l'acide molybdique et de l'acide sulfureux, et a une composition qui correspond à la formule $10MoO^3.3SO^2.4(AzH^4)^2O + 6H^2O$ ainsi qu'il résulte des analyses suivantes :

	Calculé.		Trouvé.			
$10MoO^3$..........	1440	73,9	74	73,7	74	»
$3SO^2$.............	192	9,8	10	10,1	9,9	10
$4(AzH^4)^2O$.......	208	10,7	10,5	10,9	»	»
$6H^2O$............	108	5,6	5,4	»	»	»
	1948	100,0	99,9	»	»	»

» Pour effectuer l'analyse de ce sel, on peut utiliser sa facile décomposition par la chaleur. Chauffé progressivement jusqu'à 440°, il perd, en effet, de l'eau, de l'acide sulfureux et de l'ammoniaque. Les parois du tube, dans lequel on chauffe le sel, se recouvrent de sulfite d'ammonium, et il reste de l'acide molybdique dont on détermine le poids. Pour doser l'acide sulfureux, on peut se servir d'une solution titrée d'iode, ou encore oxyder cet acide et précipiter l'acide sulfurique ainsi formé par le chlorure de baryum, en solution chlorhydrique qui retient le molybdate de baryum. Ce sel, qu'on peut appeler *le molybdosulfite d'ammoniaque*, est cristallisé en octaèdres microscopiques agissant sur la lumière polarisée. Ces cristaux sont peu solubles dans l'eau, et, si l'on chauffe pour hâter leur dissolution, on perçoit l'odeur de l'acide sulfureux; une partie du sel est, en effet, décomposée par la chaleur, et cette décomposition s'effectue avec le molybdosulfite solide à la température ordinaire, ce qu'on reconnaît en débouchant un flacon contenant ce sel depuis quelque temps. Pour éviter, dans les analyses, cette perte d'acide sulfureux, j'ai toujours eu soin de dissoudre à froid le composé à analyser dans du carbonate d'ammoniaque avant d'opérer le titrage de l'acide sulfureux.

» 2° *Molybdosulfite de potassium.* — Un mélange d'acide molybdique et d'une dissolution de carbonate de potassium correspondant à la composition du bimolybdate abandonne, par refroidissement, une masse feutrée de cristaux soyeux. Si, dans cette dissolution encore chaude, on fait passer de l'acide sulfureux, elle bleuit légèrement à mesure qu'elle absorbe le gaz et abandonne par refroidissement le molybdosulfite de potassium. Ce sel se présente en beaux cristaux prismatiques, ambrés et a une composition qui correspond à la formule $10MoO^3.3SO^2.4K^2O + 10H^2O$, ainsi qu'il résulte des analyses qui suivent :

	Calculé.		Trouvé.		
$10MoO^3$.......	1440	65,9	66	66,3	65,8
$3SO^2$........	192	8,7	9	8,9	8,8
$4K^2O$.........	376	17,2	17	17,5	17,3
$10H^2O$........	180	8,2	8,1	»	»
	2188	100,0	100,1	»	»

L'analyse de ce sel s'effectue comme pour le précédent. En le chauffant, il abandonne de l'eau et de l'acide sulfureux. Il reste un molybdate de potasse qu'il est nécessaire de fondre pour éliminer tout l'acide sulfureux. Ce molybdate fondu est analysé par la méthode que j'ai déjà indiquée ([1]).

» 3° *Molybdosulfite double de potassium et d'ammonium.* — Ce sel s'obtient en ajoutant du bromure de potassium à une dissolution de molybdate d'ammonium saturée par l'acide sulfureux. Par refroidissement, il se dépose de longues aiguilles colorées en jaune d'un sel double qui a pour formule

$$10MoO^3.3SO^2.4(AzH^4KO) + 9H^2O.$$

Ce sel est peu soluble dans l'eau et sa dissolution chauffée se détruit en dégageant de l'acide sulfureux; il se dépose alors des flocons blancs d'un molybdate acide de potassium.

» 4° *Molybdosulfite de sodium.* — Une dissolution du molybdate acide de sodium, qui a pour formule $Mo^7O^{24}Na^6 + 22H^2O$, est saturée par l'acide sulfureux. La liqueur, d'abord incolore, devient bleue et, soumise à l'évaporation dans le vide, se prend au bout d'un certain temps en une masse de cristaux formés de lamelles accolées. L'eau mère qui baigne ces cristaux, décantée et abandonnée à l'air, laisse à son tour déposer des cristaux incolores octaédriques très efflorescents, qui sont formés par un autre hydrate du même sel sodique.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 173.

» La composition des premiers cristaux correspond à la formule

$$10MoO^3.3SO^2.4Na^2O + 12H^2O,$$

et celle des seconds

$$10MoO^3.3SO^2.4Na^2O + 16H^2O,$$

ainsi qu'il résulte des analyses suivantes :

	Calculé.		Trouvé.		
$10MoO^3$	1440	68,7	69	68,5	»
$3SO^2$..........	192	9,2	9,1	9,3	9
$4Na^2O$	248	11,8	11,5	»	»
$12H^2O$	216	10,3	10,4	10,2	10,2
	2096	100,0	100,0	»	»

	Calculé.		Trouvé.		
$10MoO^3$	1440	66,4	66,5	»	»
$3SO^2$..............	192	8,8	9	9,1	8,9
$4Na^2O$	248	11,5	12	»	»
$16H^2O$	288	13,3	12,5	13,1	13,8
	2168	100,0	100,0	»	»

» J'ai tenté de préparer avec ces sels alcalins le sel correspondant de baryum par double décomposition; mais, si l'on ajoute du chlorure de baryum à une dissolution d'un des sels précédemment étudiés, il se produit un précipité blanc cristallin, et il se dégage en même temps de l'acide sulfureux. Ce précipité n'a pas de composition constante; c'est un mélange en proportions variables de molybdosulfite de baryum et de molybdate de baryum qui, tous les deux insolubles, sont difficiles à séparer.

» Il résulte des faits que je viens d'exposer que l'acide sulfureux n'agit pas sur les molybdates alcalins à la manière des réducteurs ordinaires; cette différence tient à la formation des molybdosulfites. La réduction n'aura lieu que si la liqueur est fortement acide, ce qu'on peut vérifier en ajoutant de l'acide chlorhydrique à une dissolution concentrée d'un molybdosulfite; on voit la liqueur bleuir immédiatement.

» L'acide sélénieux peut donner avec les molybdates des composés analogues, mais beaucoup plus stables, comme nous le montrerons dans une prochaine Communication. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les boracites bromées. Bromoborates de fer et de zinc.* Note de MM. G. **Rousseau** et H. **Allaire**, présentée par M. Troost.

« Dans une Communication récente (séance du 23 mai), nous avons montré qu'il est possible de substituer au magnésium de la boracite divers autres métaux, tels que le fer, le zinc, etc. Nous mentionnions, en outre, une autre série d'expériences ayant pour but de remplacer le chlore de ces chloroborates par le brome, l'iode et le fluor. Ces recherches ont abouti à la production d'espèces nouvelles, appartenant au type chimique de la boracite et isomorphes avec celle-ci. Nous décrirons aujourd'hui les bromoborates de fer et de zinc.

» *Bromoborate de fer*. — Nous avons d'abord cherché à produire ce composé en faisant agir la vapeur du perbromure de fer sur un mélange de fer métallique et de borate de chaux, d'après la méthode qui nous avait servi pour la préparation du chloroborate de fer. Mais les résultats ont été peu satisfaisants, par suite de la faible volatilité du bromure ferrique. En faisant, au contraire, agir le brome en vapeurs sur le mélange de fer et de boronatrocalcite, nous avons obtenu facilement la boracite ferrugineuse bromée.

» On dispose, sur une grille à gaz, un tube de verre vert dans lequel on a introduit préalablement quelques grammes de borate de chaux naturel mêlé à un très grand excès de fil de clavecin en petits paquets. Le tube communique, par sa partie antérieure, avec une petite cornue renfermant du brome, et qu'on peut chauffer à l'aide d'un bain-marie. On commence par porter au rouge le tube de verre, puis on élève la température du bain-marie jusque vers 60°. Le brome distille et se combine au fer avec incandescence. Après une demi-heure de chauffe, on met fin à l'expérience. Le tube refroidi est plongé dans une éprouvette remplie d'eau, où l'on recueille le bromoborate mêlé au fil de fer inattaqué.

» Les cristaux de bromoboracite sont d'autant plus volumineux que la température a été plus élevée. Mais ils sont mêlés à des prismes noirs, constitués sans doute par du borate ferrique et dont la proportion s'élève à mesure que l'on se rapproche du point de ramollissement du verre. On débarrasse les cristaux de cette impureté par une digestion prolongée à froid avec l'acide bromhydrique concentré.

» Ainsi purifiée, la bromoboracite de fer se présente sous la forme d'une

poudre d'un blanc grisâtre constituée par un mélange de cubes et de tétraèdres agissant sur la lumière polarisée comme la boracite naturelle. Ces cristaux se dissolvent lentement à chaud dans l'acide nitrique. Leur composition correspond à la formule $6FeO, 8Bo^2O^3, FeBr^2$. Mais ils renferment toujours une petite quantité de chaux qui remplace isomorphiquement une proportion équivalente de protoxyde de fer (¹).

» *Bromoborate de zinc.* — On divise un long tube de verre en deux parties à l'aide d'un tampon d'amiante. Dans l'un des compartiments on dispose une couche de borate de chaux et on remplit le second de bromure de zinc anhydre. On couche le tube sur une grille à analyse; on y fait passer un courant de gaz carbonique sec, puis, après avoir porté au rouge sombre la portion qui renferme le borate de chaux, on chauffe la colonne de bromure de zinc à une température suffisante pour en déterminer la distillation rapide. L'opération terminée on détache, à l'aide d'un trait de lime, la partie postérieure du tube, qu'on plonge ensuite dans l'eau.

» Le bromoborate de zinc ainsi séparé est en cristaux blancs, microscopiques, appartenant à la symétrie pseudo-cubique et agissant sur la lumière polarisée. Leur composition est représentée par la formule $6ZnO, 8Bo^2O^3, ZnBr^2$.

» Nous continuons l'étude de ces composés. Nous publierons prochainement les premiers résultats de nos recherches sur les boracites iodées. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les fluorures de cuivre.* Note de M. **Poulenc**, présentée par M. Henri Moissan.

« Ces composés n'ont été jusqu'ici l'objet que d'une seule détermination de la part de M. Balbiano (²), qui a attribué au fluorure hydraté la formule $CuF^2, 2H^2O$.

» Quant aux fluorures anhydres, ils sont encore inconnus; les tentatives que nous avons faites pour reproduire le fluorure cuivreux par le procédé de Berzélius n'ont donné lieu à aucun résultat satisfaisant. Il semble se produire dans l'action de l'acide fluorhydrique sur l'hydrate d'oxydule le même phénomème que ce savant a signalé dans l'action de

(¹) Calculé : $FeBr^2$.... 17,88 FeO.... 35,76
Trouvé : $FeBr^2$.... 19,04 FeO.... 33,03; 33,72 CaO.... 2,45

(²) Balbiano, *Gazzetta chim. ital.*, t. XIV, p. 74.

l'acide sulfurique étendu. Il y a formation d'une petite quantité de fluorure cuivreux, mais surtout de cuivre métallique et de fluorure cuivrique. Ce résultat vient donc à l'appui de l'opinion émise par M. Mauro (1).

» FLUORURE CUIVREUX : Cu^2F^2. — Nous avons réussi à obtenir ce composé soit par l'action de l'acide fluorhydrique gazeux sur le chlorure cuivreux, soit par la dissociation du fluorure cuivrique.

» *Action de l'acide fluorhydrique gazeux sur le chlorure cuivreux.* — La transformation du chlorure cuivreux ne commence qu'au rouge sombre. A cette température la masse est fondue, transparente, d'un beau rouge rubis; c'est un mélange de fluorure et de chlorure cuivreux.

» La réaction ne devient complète qu'à la température de volatilisation du fluorure cuivreux, qui est d'environ 1100° à 1200°.

» *Dissociation du fluorure cuivrique anhydre.* — Chauffé dans un courant d'acide fluorhydrique, le fluorure cuivrique anhydre n'éprouve un commencement de dissociation que vers 600° : température que l'emploi d'une nacelle de cuivre, au lieu de platine, abaisse au voisinage de 500°. Il paraît y avoir là réduction du fluorure cuivrique par le cuivre.

» La réaction est à peu près complète vers 1000°, température de fusion du fluorure cuivreux; mais il vaut mieux élever cette température au point de volatilisation de ce composé, c'est-à-dire vers 1100° à 1200°, pour avoir ce produit à l'état de pureté.

» *Propriétés.* — Fondu, il se présente sous l'aspect d'une masse transparente, rouge rubis, à cassure cristalline. Sa volatilisation le transforme en une poudre assez légère d'un rouge foncé.

» Abandonné à l'air, il bleuit en se transformant en fluorure cuivrique.

» Au contact de l'eau, la transformation devient plus rapide et le fluorure cuivrique reste en dissolution. Il est insoluble dans l'alcool à 90°.

» L'acide chlorhydrique bouillant le dissout; mais cette solution n'est pas précipitée par l'addition d'une grande quantité d'eau, ce qui le distingue du chlorure cuivreux. L'acide azotique l'attaque très vivement, avec dégagement de vapeurs rutilantes; quant à l'acide sulfurique, même à chaud, il n'a que peu d'action sur ce composé.

» La calcination à l'air le transforme en oxyde de cuivre.

» L'hydrogène le réduit facilement au rouge et constitue ainsi un procédé rapide de dosage du cuivre dans ce fluorure.

---

(1) MAURO, *Chemical Society*, mars 1893, p. 124.

» Fondu avec les carbonates alcalins, il est décomposé en oxyde de cuivre et fluorure alcalin [1].

» Fluorure cuivrique CuF^2. — Ce composé, que l'on prépare facilement par les procédés que nous allons décrire, ne peut être obtenu qu'à l'état cristallin, car on ne peut élever la température au-dessus de 500°, sans lui faire éprouver un commencement de dissociation.

» *Action de l'acide fluorhydrique gazeux sur le fluorure de cuivre amorphe.* — Le fluorure amorphe est obtenu par l'action du fluorure d'ammonium fondu sur le fluorure cuivrique hydraté. On se débarrasse de l'excès de fluorure d'ammonium en soumettant la masse à l'action de la chaleur (260°) dans un courant d'acide carbonique sec. Ce fluorure amorphe, qui constitue une poudre blanche, chauffé dans l'acide fluorhydrique gazeux à 500°, se transforme en un composé transparent et cristallin.

» *Action de l'acide fluorhydrique gazeux sur l'oxyde de cuivre et le fluorure hydraté.* — L'oxyde de cuivre est décomposé vers 400° par l'acide fluorhydrique et donne du fluorure de cuivre anhydre. Le fluorure hydraté, traité dans les conditions semblables, conduit au même résultat.

» Pour toutes ces opérations, où la température ne doit pas dépasser 500°, nous nous sommes servi avec avantage du bain de nitrates de M. Étard, la température étant prise au moyen de la pince thermo-électrique de M. Le Chatelier.

» *Propriétés.* — Poudre blanche cristalline qui, exposée à l'air, se colore peu à peu en bleu verdâtre par suite d'hydratation.

» Mise en contact avec de l'alcool et de l'éther ordinaires, elle bleuit à la façon du sulfate de cuivre anhydre et pourrait, comme ce dernier composé, servir à déceler des traces d'eau dans ces deux liquides.

» Les acides chlorhydrique, azotique et fluorhydrique le dissolvent très facilement.

» Chauffé en présence de l'air, il se transforme dès 300° en oxyde de cuivre : cette transformation est intégrale et peut servir au dosage du cuivre dans ce composé.

» L'hydrogène le réduit avec une grande facilité.

---

[1] *Analyse :*

	Trouvé.		Calculé pour Cu^2F^2.
Cuivre	76,68	76,73	76,82 pour 100
Fluorure	22,94	22,87	23,18 »

» La vapeur d'eau le décompose à basse température, en oxyde de cuivre et acide fluorhydrique. Dans les mêmes conditions, on obtiendra, avec l'hydrogène sulfuré, du sulfure de cuivre et, avec l'acide chlorhydrique gazeux, du chlorure cuivrique.

» Les carbonates alcalins fondus le transforment en oxyde de cuivre et fluorure alcalin (1).

» *Essai sur la préparation du fluor par la dissociation du fluorure cuivrique.* — Le fluorure cuivrique étant susceptible de se décomposer sous l'action de la chaleur en fluorure cuivreux et fluor, nous avons cherché à isoler ce dernier en opérant la dissociation du fluorure cuivrique dans un tube de platine fermé à une extrémité.

» Nous avons constaté la production de fluorure cuivreux, mais il nous a été impossible de rallumer le silicium. Il faut remarquer que la dissociation s'effectue assez difficilement et qu'elle ne devient complète, même dans un courant de gaz, que vers 1100° à 1200°. Nous ne pensons donc pas que l'on puisse arriver à un procédé de préparation chimique du fluor par cette réaction (2). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'électricité sur la carburation du fer par cémentation.* Note de M. **Jules Garnier**, présentée par M. Moissan.

« L'usage de la cémentation du fer pour le transformer en acier ou durcir sa surface se perd dans la nuit des temps et cette opération sembla toujours un peu mystérieuse : Réaumur le premier tenta d'en pénétrer les secrets, mais les beaux travaux de ce savant furent loin d'éclairer en entier la question. Quoi qu'il en soit, la cémentation se fait encore aujourd'hui comme aux siècles passés, sauf que les appareils sont plus grands; il faut encore chauffer jusqu'à dix fois vingt-quatre heures pour cémenter le fer et les additions empiriques faites au charbon et telles que le sel, le cuir, la corne, etc. n'ont servi qu'à dérouter la Science, sans raccourcir cette

(1) *Analyse :*

	Trouvé.		Calculé pour CuF^2.
Cuivre	62,34	62,27	62,37 pour 100
Fluor	37,48	37,39	37,67 »

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Henri Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

longue opération. J'ai pensé, cependant, que l'on pourrait activer le phénomène en faisant judicieusement intervenir l'action électrique et cela par un circuit dans lequel le charbon formerait l'anode et le métal la cathode. M. Hillairet, l'ingénieur électricien bien connu, a mis, avec une grande bienveillance, une partie de ses ateliers à ma disposition et voici les résultats de mes premiers essais : j'ai placé, bout à bout, et bien isolés, dans un tube réfractaire, un crayon de charbon de cornue et une barre d'acier à $\frac{1}{1000}$ de carbone seulement. Le tout fut disposé horizontalement dans un petit four à réverbère, chauffé en dessous par insufflation d'air pendant qu'une machine Gramme fournissait l'électricité, le charbon correspondant au pôle positif et le métal au négatif. Dans ma pensée, la chaleur devait rendre les molécules du charbon facilement mobiles et l'électricité devait alors les transporter et cela de façon que, les actions chimiques en jeu étant à peu près nulles, je n'aurais besoin que d'un faible voltage. Le circuit fut donc établi avec le minimum de volts nécessaires pour vaincre les résistances et je ne voulais pas avoir recours à l'arc qui transporte bien le carbone du positif au négatif, mais serait un moyen coûteux dans la pratique, sans parler d'autres difficultés d'ordre chimique.

» Mon courant fut donc établi à 7 volts et 55 ampères et maintenu pendant trois heures : à ce moment la barre d'acier fut rapidement extraite du tube et plongée dans l'eau. La partie opposée au charbon rayait fortement le verre; elle fut taillée en biseau à la meule d'émeri qui montra que la cémentation avait pénétré jusqu'à 10^{mm} environ de profondeur : quant à l'extrémité du crayon, elle était rongée sur la face de contact. Cette opération, que je répétai, réclame une température que j'estime à 900°C. ou 1000°C. au plus, sinon la cémentation devient si grande que le métal coule.

» Dans le but de bien établir le transport ou l'électrolyse du carbone, sous une faible puissance électromotrice, dans la direction du positif au négatif, je remplaçai le charbon de cornue par une barre du même acier que je voulais cémenter, séparant seulement les deux barres par un intervalle de $0^{m},01$ environ, rempli de charbon de bois pilé et tassé.

» Dans ces conditions je pus établir un circuit de 55 ampères et 2,5 volts et, après trois heures de chauffe, j'arrachai les barres d'acier; j'eus alors la satisfaction de constater que la barre anode n'était pas modifiée, sa face était toujours vive d'arête et sa surface non sensiblement durcie. La barre *cathode*, au contraire, était très profondément cémentée, surtout à la partie inférieure qui avait même coulé; mais cela tenait à la

disposition de l'appareil chauffé en dessous, de sorte que le bas des barres est beaucoup plus chauffé que le haut; si donc ces expériences très simples sont répétées (et elles peuvent l'être facilement et en quelques minutes dans un amphithéâtre), il faudra se servir du tirage naturel ou donner au tube un mouvement de rotation complète une fois dans un sens et une fois dans l'autre.

» En résumé, vers 1000°, sous l'action d'un courant très faible (50 ampères et 2,5 volts), l'aciération du fer se produit avec une très grande rapidité. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur le pouvoir rotatoire des corps appartenant à une série homologue.* Note de M. **Ph.-A. Guye**, présentée par M. C. Friedel.

« Je désire attirer l'attention sur l'une des conséquences qu'on peut tirer des formules qui représentent le produit d'asymétrie ([1]).

» 1. Considérons une série de corps homologues dérivés d'un même corps actif, C*abcd*, à un seul carbone asymétrique. Le produit d'asymétrie peut être représenté, dans le cas tout à fait général, par l'expression

$$(1)\quad P = \frac{(A_1-B_1+k_1)(A_2-C_2+k_2)(A_3-D_3+k_3)(B_4-C_4+k_4)(B_5-C_5+k_5)(C_6-D_6+k_6)}{(a+b+c+d)^6}$$

et, lorsque les masses sont supposées aux sommets d'un tétraèdre régulier, par l'expression plus simple

$$(2)\qquad P = \frac{(a-b)(a-c)(a-d)(b-c)(b-d)(c-d)}{(a+b+c+d)^6}(l\sin\alpha)^6.$$

» 2. Voyons ce que devient le produit P lorsqu'on donne à a des valeurs croissantes. Pour la simplification du raisonnement, supposons que, dans le composé primitif C*abcd*, la masse a soit déjà supérieure aux trois autres b, c, d, et envisageons en premier lieu le cas de la formule (2).

» Pour $a = b$, on aurait $P = 0$; donc pour des valeurs de a supérieures à b, le produit P prendra d'abord des valeurs croissantes; mais ce produit ne croîtra pas indéfiniment; il passera bientôt par un maximum pour décroître et tendre vers zéro. En effet, en supposant que a seul varie, la partie variable de l'expression (2), $\frac{(a-b)(a-c)(a-d)}{(a+b+c+d)^6}$ tend vers $\frac{a^3}{a^6} = \frac{1}{a^3}$, lorsque les quantités b, c, d deviennent négligeables par rapport à a; pour

([1]) Voir *Comptes rendus* 1893, p. 1378.

$a = \infty$, on aura $P = 0$. Le produit P doit donc bien croître, passer par un maximum et décroître.

» Si nous considérons maintenant la formule complète (1), nous aurons à distinguer deux cas :

» PREMIER CAS. — *Le tétraèdre schématique est peu déformé*. Alors, les termes correctifs $k_1, k_2, \ldots, k_6$ sont à peu près négligeables, et si les différences $(A_1 - B_1)$, $(A_2 - C_2)$, ... sont sensiblement égales aux différences $(a - b)$, $(a - c)$, ..., l'allure de la courbe figurant la valeur de P tirée de l'équation (1) sera sensiblement la même que celle qui représente cette même valeur de P tirée de l'équation (2). En particulier, les deux courbes passeront sensiblement par le même maximum.

» Si les différences $(A_1 - B_1)$, $(A_2 - C_2)$, ... étaient plus grandes ou plus petites que les différences $(a - b)$, $(a - c)$, ..., l'allure de la courbe (1) serait encore la même que celle de la courbe (2), avec cette seule caractéristique que le maximum de la courbe (1) serait situé après ou avant celui de la courbe (2).

» En résumé, dans ce premier cas, la pouvoir rotatoire, qui, par hypothèse, doit subir les mêmes variations que P, prendra donc des valeurs croissantes, passera par un maximum pour reprendre des valeurs décroissantes.

» DEUXIÈME CAS. — *Le tétraèdre schématique est considérablement déformé*. On peut alors concevoir des allures très différentes de la courbe représentant les valeurs de P en fonction de a. Il se peut que le numérateur de l'expression (1) conserve à peu près les mêmes valeurs que celui de l'expression (2): l'allure de la courbe sera encore celle précédemment indiquée. Mais il arrivera plus souvent que ce numérateur prendra de tout autres valeurs, de telle sorte que la courbe (1) pourra revêtir diverses formes variées, impossibles à prévoir sans connaître tous les éléments qui entrent dans la formule (1).

» 3. Il résulte donc de cette discussion que, lorsque le tétraèdre schématique sera peu déformé, les pouvoirs rotatoires d'une série de corps homologues devront passer par un maximum [1] et que, lorsque le té-

---

[1] Les expressions suivantes :

$$P = (a-b)(a-c)(a-d)(b-c)(b-d)(c-d),$$

et

$$P = \log\frac{a}{b}\ \log\frac{a}{c}\ \log\frac{a}{d}\ \log\frac{b}{c}\ \log\frac{b}{d}\ \log\frac{c}{d},$$

qui ont été proposées récemment pour représenter le pouvoir rotatoire et qui satis-

traèdre schématique sera considérablement déformé, les pouvoirs rotatoires pourront suivre une allure différente.

» La première de ces conclusions est particulièrement importante, car c'est un fait, que la plupart des propriétés physico-chimiques généralement reconnues dans les séries de corps homologues croissent ou décroissent constamment à mesure que l'on passe d'un terme au suivant. Tel est, en particulier, le cas pour les densités, les températures d'ébullition, les réfractions moléculaires, les dispersions moléculaires, les chaleurs de combustion moléculaires, les constantes capillaires, les pouvoirs rotatoires magnétiques moléculaires, etc. Par empirisme, on aurait pu supposer qu'il doit en être de même pour les pouvoirs rotatoires. Les raisonnements qui précèdent démontrent qu'il peut en être tout autrement; on trouvera, dans la Note suivante, les premières preuves expérimentales qui viennent confirmer ces déductions théoriques.

» On ne doit cependant pas considérer cette propriété de passer par un maximum comme absolument générale. On l'a vu, elle doit se rencontrer dans les cas où le tétraèdre est peu déformé; mais, même dans ces conditions, les termes correctifs $k_1, k_2, \ldots, k_6$ ne sont pas rigoureusement nuls. Pour les vérifications expérimentales, on cherchera donc à se placer de façon que ces termes correctifs exercent des perturbations du même ordre, condition qui sera plus vraisemblablement satisfaite lorsqu'on comparera des homologues de même nature, par exemple les éthers d'un même acide actif avec les alcools primaires normaux, etc. Il est en outre évident que les perturbations introduites par les termes correctifs seront d'autant plus sensibles que l'on considérera un composé plus élevé dans une série homologue, les bras de levier qui entrent dans la valeur de ces termes correctifs devenant en général de plus en plus grands. Dans ce cas, on peut donc prévoir la possibilité d'anomalies.

» 4. Comme mesure de l'activité optique j'emploierai, dans la suite de ces recherches, une constante qu'on pourrait désigner sous le nom de *déviation moléculaire*, et qui, pour la raie D, sera représentée par $(\delta)_D$. Par définition on pose

$$(\delta)_D = \frac{\alpha}{L}\sqrt[3]{\frac{M}{d}},$$

---

font, en effet, à la condition de changer de signe lorsque le sens d'une inégalité entre deux des masses a, b, c, d est renversé, ne permettent pas de prévoir les passages par un maximum. Pour des valeurs croissantes de a, elles prendraient, l'une et l'autre, des valeurs toujours croissantes.

α, déviation; L, longueur du tube en décimètres; M, poids moléculaire; d, densité du corps actif à la température d'observation.

» On comprendra aisément que $(\delta)_D$ représente les déviations observées pour des colonnes liquides contenant toutes le même nombre de molécules. Le volume moléculaire apparent étant $\frac{M}{d}$, la racine cubique de cette expression est, en effet, proportionnelle aux longueurs contenant le même nombre de molécules.

» Cette expression sera, il est vrai, plus dépendante de la température que le pouvoir rotatoire spécifique, mais elle me paraît mieux en rapport avec la conception généralement admise qui relie l'activité optique des corps liquides à la dissymétrie de la molécule. Elle est, dans tous les cas, plus rationnelle pour l'étude expérimentale du problème qui vient d'être posé; c'est pour cela qu'elle sera surtout employée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire des éthers de l'acide valérique et de l'acide glycérique*. Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **L. Chavanne**, présentée par M. C. Friedel.

« Les expériences que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie avaient pour but de rechercher s'il existe des séries homologues de corps actifs avec un terme à pouvoir rotatoire maximum; on a vu que cette propriété est une conséquence possible de la formule du produit d'asymétrie.

» Bien que les dérivés amyliques aient été déjà l'objet de nombreuses déterminations polarimétriques ([1]), celles-ci étaient, pour la plupart, sans aucune utilité pour le problème qui nous occupe. En effet, ces dérivés ont été préparés jusqu'à présent au moyen d'alcools actifs de diverses provenances, à pouvoirs rotatoires très différents, variant souvent du simple au double. Si les mesures que l'on peut faire ainsi sont suffisantes pour déterminer le caractère lévogyre ou dextrogyre d'un composé, il en est tout autrement lorsqu'on se propose de comparer entre elles les observations polarimétriques dans une série homologue; tous les dérivés à comparer doivent être obtenus à partir d'un même alcool amylique actif.

» Nous avons employé un produit préparé depuis peu par la maison G. Claudon. Son pouvoir rotatoire est $(\alpha)_D = -4,40$. C'est certainement l'alcool le plus actif que l'on puisse se procurer actuellement. L'échan-

---

([1]) Voir, sur l'ensemble de ces mesures, *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXV, p. 171.

tillon purifié par M. Le Bel (¹) avait un pouvoir rotatoire $(\alpha)_D = -5,6$ à $-5,7$. L'alcool Claudon, soumis à l'oxydation, se convertit en un acide valérique dont le pouvoir rotatoire est $(\alpha)_D = +13°,64$, et dont nous nous sommes servis pour cette première série de recherches.

» *Éthers de l'acide valérique.* — Les valérates de méthyle, éthyle, propyle normal, butyle normal, isobutyle et benzyle ont été obtenus par les procédés habituels d'éthérification. Après avoir été traités au carbonate de soude, ils ont été séchés et purifiés par distillation. Les mesures polarimétriques, effectuées à la température de 22°, ont donné les résultats suivants :

Corps.	Densités à 22°.	Déviations α pour L = 0,5.	$(\alpha)_D$.	Points d'ébullition $H_0 = 730$.
Acide valérique	0,938	+6,40	+13,64	173°-174°
Valérate de méthyle	0,882	+7,42	+16,83	113-115
» d'éthyle	0,864	+5,81	+13,44	131-133
» de propyle normal	0,860	+5,01	+11,68	154-157
» de butyle normal	0,856	+4,54	+10,60	173-176
» d'isobutyle	0,855	+4,48	+10,48	165-167
» de benzyle	0,982	+2,61	+ 5,31	246-250

» Dans la série des éthers normaux, seuls comparables entre eux, $(\alpha)_D$ passe déjà par un maximum (²). Afin de bien mettre ce maximum en évidence, nous avons encore calculé, dans un second Tableau, les pouvoirs rotatoires moléculaires $(M)_D$ et les déviations moléculaires $(\delta)_D$, soit

$$(M)_D = (\alpha)_D \frac{M}{100} \quad \text{et} \quad (\delta)_D = \frac{\alpha}{L}\sqrt[3]{\frac{M}{d}}.$$

Corps.	$(\alpha)_D$.	$(M)_D$.	$(\delta)_D$.	$P \times 10^6$.
Acide valérique	+13,64	+13,91	+61,1	218
Valérate de méthyle	**+16,83**	**+19,53**	**+75,5**	332
» d'éthyle	+13,44	+17,47	+61,8	**374**
» de propyle normal	+11,68	+16,82	+55,2	364
» de butyle normal	+10,60	+16,75	+51,7	351
» d'isobutyle	+10,48	+16,56	+51,0	(351)
» de benzyle	+ 5,31	+10,20	+30,2	(221)

» Ces trois constantes $(\alpha)_D$, $(M)_D$, $(\delta)_D$ passent donc bien par un maximum, correspondant à l'éther méthylique.

(¹) Le Bel, *Bull. Soc. Chim.*, 2e série, t. XXI, p. 542.

(²) Les éthers d'isobutyle et de benzyle ne doivent pas entrer en ligne de compte, leur constitution étant différente.

» Dans la dernière colonne, nous avons inscrit les valeurs du produit d'asymétrie calculées par la formule simplifiée

$$P = \frac{(a-b)(a-c)(a-d)(b-c)(b-d)(c-d)}{(a+b+c+d)^6},$$

dans laquelle on a fait abstraction du facteur constant $(l \sin \alpha)^6$; ces valeurs ont été multipliées par 10^6 pour éviter des décimales inutiles.

» Bien que cette formule ne puisse donner qu'une approximation grossière, puisqu'elle ne tient compte ni des bras de levier, ni des déformations angulaires, il importe de faire remarquer que le maximum des valeurs de P calculées correspond au valérate d'éthyle, tandis que le maximum des valeurs de $(\delta)_D$, données par l'expérience, se produit sur le terme immédiatement voisin, le valérate de méthyle. Les maxima des deux courbes sont donc très rapprochés ([1]).

» *Éthers de l'acide glycérique.* — MM. Percy Frankland et J. Mac Gregor viennent de publier de fort intéressantes recherches sur les éthers de l'acide glycérique ([2]). Au moyen de leurs observations, nous avons calculé les valeurs de $(\delta)_D$; ces constantes et les valeurs de P se trouvent dans le Tableau suivant :

	$(\alpha)_D$.	$(M)_D$.	$(\delta)_D$.	$P \times 10^6$.
Glycérate de méthyle...........	— 4,80	— 5,76	—27,9	289
» d'éthyle..............	— 9,18	—12,30	—52,8	345
» de propyle normal....	**—12,94**	**—19,15**	**—74,9**	**358**
» de butyle normal.....	—11,02	—17,85	—64,6	347
» d'isobutyle...........	—14,23	—23,05	—82,9	(347)
» de propyle secondaire.	**—11,82**	**—17,49**	**—67,8**	**358**
» de butyle secondaire..	—10,58	—17,14	—61,7	347

» Les déviations moléculaires des éthers des alcools normaux et des alcools secondaires, passent aussi, avec les éthers propyliques, par un maximum; fait digne de remarque, ce maximum coïncide avec le maximum calculé pour $P \times 10^6$.

([1]) D'après des mesures anciennes de Pierre et Puchot (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1332), calculées par M. Landolt (*Drehungsvermögen*, etc., 1879, p. 218), les pouvoirs rotatoires $(\alpha)_D$ de l'acide valérique et de ses éthers seraient : acide : + 0,6; éther CH^3 : + 1,0; éther C^2H^5 : + 1,5; éther C^3H^7 : + 1,1; éther C^4H^9 : + 0,4. Le maximum expérimental coïnciderait alors avec le maximum donné par la formule de P. Nous croyons cependant pouvoir maintenir l'exactitude de nos résultats qui placent ce maximum sur le terme méthylique; l'acide valérique, très peu actif, employé par Pierre et Puchot, est peut-être la cause de cette discordance.

([2]) *Journ. of Chem. Soc. Trans.*, p. 511; 1893.

» Ces deux groupes d'éthers valériques et glycériques fournissent donc deux séries homologues pour lesquelles on rencontre le maximum prévu. Des expériences, presque achevées, nous permettront bientôt d'en fournir de nouveaux exemples (¹). »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation de quelques dérivés de l'indigo.* Note de M. **R. d'Aladern.**

« J'ai déterminé la chaleur de formation de quelques dérivés de l'indigo par la méthode de la bombe calorimétrique de M. Berthelot. Les produits ont été brûlés sous forme de pastilles; ils avaient été préparés à partir de l'indigo du commerce, purifiés, et l'on avait vérifié leur pureté en y dosant le carbone, l'oxygène et l'azote.

» *Indigotine :* $C^{16}H^{10}Az^2O^2$. — L'indigo ordinaire, traité par la méthode de la cuve de Fritzche, a fourni de l'indigotine qui, sublimée puis lavée à l'éther, a été trouvée pure. L'azote a dû y être dosé par le procédé de Dumas, car la chaux sodée n'a pas pu en transformer la totalité en ammoniaque, malgré l'addition de fortes proportions de sucre de canne à la substance. Les combustions ont donné :

Poids de matière.	Chaleur de combustion de 1gr.
gr	cal
0,7106	6927,8
0,6386	6923,7
0,6654	6935,1
Moyenne	6928,5

Chaleur de combustion de 1 molécule à volume constant ... 1815cal,2
Chaleur de combustion de 1 molécule à pression constante.. 1812cal,6

» On en déduit la chaleur de formation :

$$C^{16} \text{ diamant} + H^{10} \text{ gaz} + Az^2 \text{ gaz} + O^2 \text{ gaz} = C^{16}H^{10}Az^2O^2 \dots \quad +41^{Cal},0$$

» *Isatine :* $C^8H^5AzO^2$. — L'isatine, préparée par oxydation de l'indigo par l'acide nitrique, a été purifiée par le procédé d'Hofmann, en dissolvant dans la potasse, précipitant les impuretés par l'acide chlorhydrique, filtrant et terminant la précipitation de la matière par l'acide. Des cristallisations

(¹) Genève, Laboratoire de Chimie de l'Université, juin 1893.

dans l'eau et l'alcool ont fourni de beaux cristaux, couleur aurore, bien purs.

Poids de matière.	Chaleur de combustion de 1gr.
gr	cal
0,9933	5890,1
0,9629	5903,7
0,6595	5908,0
Moyenne.....	5900,8

Chaleur de combustion de 1 molécule à volume constant....... $867^{cal},4$
Chaleur de combustion de 1 molécule à pression constante..... $867^{cal},8$

» Donc, la chaleur de formation à partir des éléments

C^8 diamant + H^5 gaz + Az gaz + O^2 gaz = $C^8H^5AzO^2$ sol..... + $59^{Cal},0$

» *Isathyde :* $C^{16}H^{12}Az^2O^4$. — L'isatine réduite par la poudre de zinc en solution légèrement acide a fourni l'isathyde, sous forme de poudre cristalline, insoluble, purifiée par lavages à l'eau et à l'alcool :

Poids de matière.	Chaleur de combustion de 1gr.
gr	cal
0,7234	6013,9
0,5343	6004,5
0,7021	5995,3
Moyenne...........	6004,5

Chaleur de combustion de 1 molécule à volume constant..... $1777^{cal},3$
Chaleur de combustion de 1 molécule à pression constante... $1777^{cal},8$

» Donc, pour la chaleur de formation,

C^{16} diamant + H^{12} gaz + Az^2 gaz + O^4 gaz = $C^{16}H^{12}Az^2O^4$ sol. + $145^{cal},0$

» *Dioxindol :* $C^8H^7AzO^2$. — La réduction de l'isathyde a fourni le dioxindol, que des cristallisations successives dans l'alcool ont permis d'obtenir en cristaux très brillants purs.

Poids de matière.	Chaleur de combustion de 1gr.
gr	cal
0,5741	6141,3
0,4362	6146,3
0,8021	6142,2
Moyenne...........	6143,2

Chaleur de combustion de 1 molécule à volume constant..... $915^{cal},3$
Chaleur de combustion de 1 molécule à pression constante... $915^{cal},7$

» Donc

$$C^8 \text{diamant} + H^7 \text{gaz} + Az \text{ gaz} + O^2 \text{gaz} = C^8H^7AzO^2 \ldots\ldots\ldots \quad +80^{cal},2$$

» Ces nombres permettent de déterminer le phénomène thermique correspondant à la transformation du dioxindol en isathyde, puis en isatine, sous l'action de l'oxygène. On a, en effet :

$$2(C^8H^7AzO^2) \text{ solide} + O = C^{16}H^{12}Az^2O^4 \text{ solide} + H^2O \text{ liq} \ldots \quad +53^{Cal},6$$
$$C^{16}H^{12}Az^2O^4 \text{ solide} + O = 2(C^8H^5AzO^2) \text{ solide} + H^2O \text{ liq} \ldots \quad +42^{Cal}$$

» Ces réactions étant fortement exothermiques, on s'explique aisément l'oxydation des solutions de dioxindol au simple contact de l'air, qui entrave la préparation de ce produit. Il suffit d'agiter la substance avec un liquide contenant de l'air en dissolution, de l'éther, par exemple, pour voir apparaître la coloration rouge de l'isatine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le licaréol droit.* Note de M. **Ph. Barbier**, présentée par M. Friedel.

« Dans une série de Communications antérieures, j'ai fait l'étude et donné la constitution du licaréol gauche. Cette Note a pour objet de montrer que cette espèce chimique n'est pas spéciale à l'essence de licari et que l'alcool contenu dans l'essence de coriandre, décrit sous le nom de *coriandrol,* n'est que la modification dextrogyre du précédent.

» L'essence de coriandre, soumise à une série de fractionnements, se sépare nettement en trois parties :

» 1° Un carbure $C^{10}H^{16}$, bouillant entre 165° et 180° à la pression ordinaire et possédant à un haut degré l'odeur des semences de coriandre;

» 2° Le coriandrol ou licaréol droit, bouillant entre 92°-93° sous une pression de 15,5^{mm};

» 3° Enfin bout à 120°, sous une pression de 16^{mm}, un corps oxygéné dont l'étude fera l'objet d'une autre Communication.

» Le corianrol est un liquide incolore d'une odeur différente de celle du licaréol gauche, mais dont les propriétés physiques sont très voisines, ainsi que l'on peut s'en convaincre par l'inspection du Tableau ci-après :

	Coriandrol.	Licaréol gauche.
Point d'ébullition........	196°-198°	198°-200°
Densité à 0°.............	0,8820	0,8819
Indices..................	$n_r = 1,4641$	1,4635
	$n_b = 1,4781$	1,4775
Pouvoir rotatoire........	+15°1′	−18°21′

» La similitude est non moins complète au point de vue chimique; de même que son isomère gauche, le coriandrol fournit un tétrabromure liquide : par oxydation ménagée, il donne un aldéhyde $C^{10}H^{16}O$ et un acide $C^{10}H^{16}O^2$, tous deux inactifs, et paraissant identiques aux dérivés correspondants du licaréol gauche :

	Coriandral $C^{10}H^{16}O$.	Licaréal $C^{10}H^{16}O$.
Densité à 0°.............	0,9088	0,9119
Indices..................	$n_r = 1,4784$	1,4763
	$n_b = 1,4958$	1,4975

» Les points d'ébullition des deux aldéhydes sont identiques et situés à 113°-115°, sous une pression de 15^{mm}.

» L'oxydation énergique du coriandrol et du licaréol conduit aux mêmes produits de dislocation de la molécule; les acides volatils sont : les acides acétique, formique, carbonique; parmi les acides fixes, j'ai pu caractériser l'acide térébique; il m'a été impossible d'y reconnaître la présence de l'acide diméthylsuccinique [1].

» Sous l'influence du gaz chlorhydrique sec, le coriandrol donne un dérivé dichlorhydrique liquide $C^{10}H^{18}Cl^2$, identique à celui que fournit le licaréol gauche dans les mêmes conditions. Il est fait mention d'un dérivé monochlorhydrique $C^{10}H^{17}Cl$ [2], dont il ne m'a pas été possible de constater l'existence, cette réaction ne produisant absolument que le corps $C^{10}H^{18}Cl^2$.

» Enfin, de même que le licaréol, le coriandrol, sous l'influence de l'anhydride acétique, engendre un limonène droit, dont les propriétés physiques et chimiques se confondent avec celles du licarène. Il se fait,

---

[1] BRUNO GROSSER, *D. ch. Gesellsch.*, p. 2485; 1881.

[2] *Ibid.*

en outre, l'éther acétique d'un alcool stéréo-isomère correspondant au licarhodol, et paraissant identique à ce dernier :

	Acétate dérivé	
	du coriandrol.	du licaréol.
Point d'ébullition	133°-134°	135°, $h=21^{mm},5$
Densité à 0°	0,9368	0,9298
Indices	1,4665	1,4593
	1,4800	1,4734

» Pour les alcools, la comparaison est non moins concluante :

	Licarhodol	
	du coriandrol.	du licaréol gauche.
Point d'ébullition	120°-134°, $h=16^{mm}$	122°, $h=19^{mm}$
Densité à 0°	0,9012	0,8952
Indices	1,4791	1,4740
	1,4914	1,4893
Déviation sous une épaisseur de $0^{m},2$.	— 2°24′	— 1°14′

» La discussion des faits relatés dans cette Note montre que le coriandrol possède une constitution identique à celle du licaréol gauche ; il n'en diffère que par le sens du pouvoir rotatoire : il est donc parfaitement légitime de l'envisager comme le licaréol droit.

» En résumé, le licaréol existe sous deux modifications, dextrogyre et lévogyre ; il joue, vis-à-vis de ce groupe d'essences oxygénées, un rôle aussi important que les pinènes droit et gauche, vis-à-vis des essences hydrocarbonées dérivées des conifères (1). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Appareil nouveau pour la mesure de l'intensité des parfums* (2). Note de M. **Eugène Mesnard**, présentée par M. Duchartre.

« On ne s'est jamais préoccupé jusqu'ici de créer une méthode de dosage faisant connaître la valeur relative des parfums au moyen d'une commune mesure. Il s'ensuit que les transactions commerciales sont encore établies sur des bases peu définies, reposant elles-mêmes sur des appréciations personnelles très variables.

(1) Laboratoire de Chimie générale de la Faculté des Sciences de Lyon.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, sous la direction de M. Gaston Bonnier.

» Je propose une méthode de dosage, par l'emploi d'un appareil nouveau, et j'ai traduit les résultats de l'analyse par des graphiques simples et faciles à commenter.

» *Principe de la méthode.* — La méthode repose sur l'emploi de l'odorat et de deux réactifs; le rôle de l'odorat se réduit à celui de simple indicateur, comme la vue lorsqu'elle apprécie la couleur du tournesol dans l'alcalimétrie. Le premier réactif, c'est le phosphore dont certaines essences (essence de térébenthine, essence de citron) ont la propriété, comme on le sait, d'empêcher, par leurs vapeurs, la phosphorescence de se produire dans l'obscurité; le second réactif, intermédiaire obligé entre les deux premiers, c'est l'*essence de térébenthine*, réactif excessivement sensible, facile à obtenir en quantité suffisamment grande pour qu'il puisse toujours être soumis à des vérifications.

» Je me suis assuré que le phénomène d'extinction de la phosphorescence suit une marche simple et régulière; pour empêcher le phosphore de briller dans un espace donné, il faut y amener un volume d'air d'autant plus grand qu'il est chargé d'un poids moindre de vapeurs odorantes. Ce fait général se traduit par une courbe simple et régulière. Inversement, connaissant cette courbe, il suffit de mesurer le volume d'air qui produit l'extinction du phosphore pour savoir quelle quantité d'essence il contient.

» Supposons maintenant que dans un récipient donné on fasse venir de l'air chargé d'un parfum inconnu et de l'air ayant passé sur de l'essence de térébenthine. On peut réaliser un mélange pour lequel l'odorat arrive à ne percevoir qu'une odeur neutre, c'est-à-dire une odeur telle qu'il suffirait de faire varier un peu la proportion des essences dans un sens ou dans l'autre pour sentir soit le parfum, soit l'essence de térébenthine. On peut alors admettre que les deux odeurs s'équivalent et il suffit de doser l'intensité de l'essence de térébenthine au moyen de la phosphorescence pour avoir, par cela même, l'intensité du parfum. L'essence de térébenthine devient ainsi un étalon commun et l'on peut appeler *intensité du parfum* dégagé par un poids donné d'huile essentielle le rapport entre le poids d'essence de térébenthine qui neutralise le parfum dans le mélange, et le poids de cette même essence qui, employée seule dans les mêmes conditions, agit sur la phosphorescence avec la même énergie.

» *Appareils.* — Pour mettre cette méthode en pratique, j'ai pris le dispositif suivant :

» Deux réservoirs communiquent entre eux par une tubulure inférieure. L'un de ces réservoirs est une ampoule de verre noirci, dans l'intérieur de laquelle on suspend, à l'aide d'une nacelle, un petit fragment d'amidon

rendu phosphorescent par immersion dans une solution saturée de phosphore dans le sulfure de carbone. Une tubulure spéciale permet d'apercevoir, de l'extérieur, le phénomène de la phosphorescence. Le second réservoir, beaucoup plus grand, se compose de deux parties : une petite cuve à mercure et une grande cloche à douille de 10^{lit} environ de capacité dans laquelle on fait le mélange de parfum et d'air. Cette cloche peut recouvrir, au besoin, un bouquet de fleurs ou une plante en pot. La cuve, la tubulure de communication et le fond de l'ampoule de verre contiennent du mercure. A l'aide d'une petite vis d'Archimède, réduite à une seule spirale, on peut puiser de l'air parfumé dans l'atmosphère de la cloche et le transporter dans l'ampoule : on connaît le volume d'air ainsi déplacé en comptant le nombre de tours imprimés à la petite manivelle qui commande la spirale.

» A l'aide d'un système de poires en caoutchouc convenablement agencées, on brasse énergiquement l'atmosphère de la cloche, puis, au-dessus de la cuve, on fait le mélange d'une partie de cet air odorant avec de l'air chargé d'essence de térébenthine, jusqu'à ce qu'on perçoive l'odeur neutre par l'intermédiaire d'un tube disposé à cet effet.

» On dose l'essence de térébenthine au moyen de la phosphorescence, et l'on remet l'appareil en expérience par un lavage à l'air chaud.

» Pour mesurer exactement le volume des petites quantités d'essence que j'emploie, dans ces expériences, j'ai imaginé un instrument qui se compose en principe de deux lentilles plan-convexe à très grand rayon de courbure et donnant par leur contact de larges anneaux colorés de Newton. Une goutte d'essence écrasée entre ces deux verres s'étale suivant un cercle dont le diamètre se mesure aisément avec une petite règle graduée en millimètres. On se reporte ensuite pour les volumes à une courbe de graduation.

» Cet instrument est très précis surtout pour les petits volumes : 1^{mmc} d'essence donne un cercle de 20^{mm} de diamètre.

» *Construction des graphiques.* — On commence par déterminer rigoureusement la courbe d'extinction de l'essence de térébenthine qui doit servir de base au tracé de toutes les autres courbes. Cela fait, il y a deux cas à considérer suivant que l'essence à analyser agit sur la phosphorescence dans les conditions de l'expérience ou bien qu'elle n'agit pas, ce qui est le cas le plus général. Pour les essences de la première catégorie, il est nécessaire de déterminer au préalable la valeur de leur action sur la phosphorescence et de faire les corrections en conséquence.

» On détermine alors pour toutes les essences quelle est, avec des poids différents d'essence, l'intensité, en essence de térébenthine, produite par chaque unité de poids et l'on trace une courbe.

» La lecture de ces graphiques est très intéressante. Elle permet de classer les essences par ordre d'intensité. Elle fournit aussi l'explication de quelques particularités importantes de la physiologie de l'olfaction. Beaucoup d'essences, en effet, prises en quantité trop considérable, n'ont aucune action spéciale sur l'odorat et, par suite, présentent des courbes presque identiques. Il est nécessaire de les étudier sous des volumes extrêmement petits pour que les différences d'action sur les terminaisons olfactives se fassent sentir. Certaines essences d'intensités différentes peuvent cependant devenir égales pour des quantités qui sont déterminées par le point de croisement des courbes.

» D'ordinaire, pour un parfum très odoriférant, l'action sur l'odorat produite *par chaque millimètre cube* d'huile essentielle est plus intense lorsque la quantité d'essence essayée est moindre (essence de roses, ylang-ylang, néroly, etc.).

» Pour d'autres, qui dégagent plutôt des odeurs fortes que des parfums, l'inverse se produit et l'intensité par millimètre cube diminue lorsque le poids de l'essence mise en expérience diminue. C'est ce qui arrive pour les essences de géranium, de petit grain, etc.

» Cette méthode de dosage permet aussi d'étudier la durée des parfums. Pour cela, il suffit de déposer sur des morceaux de papier buvard une même quantité d'essence et d'effectuer les dosages de temps en temps. Les courbes de durée que l'on peut tracer de cette façon sont très caractéristiques pour les différentes essences.

» Enfin, cette même méthode se prête à la mesure du dégagement de parfum par les plantes.

» *Conclusions.* — Je propose donc l'emploi d'une méthode générale et d'un appareil nouveau pour doser l'intensité et la durée des parfums, basée sur la propriété que possède l'essence de térébenthine d'empêcher le phosphore de luire dans l'obscurité.

» L'intensité des parfums, pour un poids déterminé, se déduit aisément de la comparaison des courbes obtenues et les diverses particularités qu'ils peuvent présenter sont, de cette façon, mises en évidence avec beaucoup de netteté.

» La lecture de ces graphiques permet d'étudier certains points de la physiologie de l'odorat et elle se prête aux exigences de la pratique commerciale. »

BOTANIQUE CRYPTOGAMIQUE. — *Sur la fécondation des Puccininées.* Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Duchartre.

« La spore æcidienne des Champignons du groupe des Puccininées renferme à la maturité un seul noyau provenant du fusionnement de deux noyaux qui préexistaient dans la spore jeune. MM. Dangeard et Sapin-Trouffy donnent à ce phénomène le nom de *pseudo-fécondation* et pensent

que « l'un des noyaux se comporte comme noyau mâle, l'autre comme « noyau femelle » (*Comptes rendus*, séance du 6 février 1893). L'origine des noyaux qui s'unissent, étudiée chez le *Peridermium Pini*, var. *acicola*, rapporté comme forme æcidienne au *Coleosporium Senecionis*, me semble propre à éclairer la nature de cet acte.

» Le mycélium du parasite, logé dans l'aiguille du Pin sylvestre, se condense sous l'épiderme doublé d'une assise exodermique. Il y forme un *stroma discoïde*, dont les cellules contiennent chacune *un noyau* et un cytoplasme clair. Leur membrane se colore par la phénosafranine, tandis que le mycélium filamenteux ne fixe le réactif, faiblement du reste, qu'au voisinage du stroma. Les réactifs iodés ne révèlent, dans aucune partie de l'æcidie, l'existence de la cellulose.

» Le disque comprend une zone marginale stérile et une région centrale hyménifère. Les cellules marginales, courtes vers le bord externe, s'allongent progressivement et donnent, au contact de la région fertile, des files de trois ou quatre cellules dont la terminale, gonflée en boule, détermine, par sa turgescence, la rupture des deux assises superficielles de la feuille.

» Dans la zone fertile, le stroma est réduit à deux assises assez régulières de cellules aussi longues que larges. Certaines cellules de l'assise externe font saillie en dehors et se divisent par une mince cloison. La cellule fille détachée du stroma est l'*initiale* d'un chapelet de spores. Cette initiale ne mérite pas le nom de *baside* qu'on lui applique, car, à l'inverse du tube sporifère des Basidiomycètes, elle donne des spores exogènes sans se vider de son protoplasme nucléé, sans perdre son caractère de cellule. La cavité des cellules initiales est caliciforme, dilatée au sommet, reliée au stroma par un pédicelle étroit. La paroi extérieure, gélifiée, est fusionnée avec celle des initiales voisines comme une gangue dans laquelle seraient creusées les cellules. Le mucilage ne fixe pas la phénosafranine, mais se colore en bleu par le vert d'iode.

» Le noyau de la cellule initiale, unique à l'origine, se divise par un procédé qui ne paraît pas différer de la division indirecte. On voit en effet dans certaines cellules deux masses chromatiques, aplaties, disposées aux pôles, comme au stade de tonnelet de la caryocinèse. Après le noyau, la cellule entière se divise par une cloison transversale ou faiblement oblique. La cellule supérieure est une *cellule mère de spores*; l'inférieure, régénérant l'initiale, produira de nouvelles cellules mères qui refouleront les premières en voie de maturation.

» La cellule mère divise son noyau en deux noyaux égaux qu'une cloison oblique isole : l'inférieur dans une cellule très petite, cunéiforme, le supérieur dans une grande cellule.

» La petite cellule, stérile, correspond à la *cellule intermédiaire* des auteurs. Son accroissement est limité ou nul. Sa membrane ne s'épaissit pas. Son noyau s'aplatit, disparaît; le cytoplasme granuleux, devenu insensible aux réactifs de la chromatine, ne tarde pas à se détruire. Rarement la résorption de la cellule intermédiaire est précédée de la bipartition du noyau.

» La grande cellule, fertile, se transforme en *æcidiospore*. Elle divise son noyau, puis elle s'allonge. Les deux noyaux, d'abord parallèles à la cloison oblique, s'inclinent et se placent suivant le grand axe. Plus rarement ils conservent leur orientation primitive. Rarement la division du noyau de la grande cellule fait défaut.

» Peu de temps après que l'allongement de la spore a entraîné le changement d'orientation des noyaux, la cellule s'entoure d'une membrane sculptée, en résorbant progressivement la couche gonflée qui l'enveloppe. Plus tard apparaît une couche interne, qui d'abord se teint en bleu par le vert de méthyle comme le mucilage intercellulaire qui devient ensuite sensible à la phénosafranine comme les membranes du stroma. Il semble que des matières pectiques, formées dans le stroma, altérées transitoirement dans les cellules initiales et les cellules mères, se reconstituent dans la couche interne de la spore. Quant à la couche sculptée, elle ne fixe pas les réactifs colorants; elle est soluble dans l'acide sulfurique et dans le chlorure de zinc; elle est donc bien distincte des membranes cutinisées. A la base de la spore, la membrane reste plus mince et lisse.

» La cellule intermédiaire, en se desséchant et se détruisant, rompt le lien qui retenait la spore au chapelet. Peu de temps après que la spore s'est détachée, les deux noyaux se placent dans le plan transversal, puis se fusionnent comme l'ont indiqué MM. Dangeard et Sapin-Trouffy chez d'autres espèces.

» Les cellules initiales du *péridium* ne diffèrent pas au début des initiales des spores; seulement leur cavité est moins rétrécie à la base. Leur paroi se gélifie. Elles donnent des séries de cellules mères. Celles-ci se divisent une seule fois. La paroi des cellules du péridium présente plus de résistance aux dissolvants que la membrane des spores; elle est privée de composés pectiques. Son contenu limpide présente un noyau qui disparaît, avec ou sans bipartition préalable, en sorte que le péridium, homologue des séries de spores, devient une couche protectrice inerte. La destruction du protoplasme est moins rapide chez d'autres Puccininées.

» Quel sens attacherons-nous aux phénomènes dont la cellule mère des spores est le siège? La séparation d'une cellule abortive est comparable, physiologiquement, au rejet d'une cellule polaire. Cette cellule, sacrifiée

au modeste rôle de cellule expulsive, révèle son homologie avec la cellule fertile par son aptitude, rarement réalisée il est vrai, à diviser aussi son noyau. D'où nous pouvons conclure qu'en principe la cellule mère devait donner quatre gamètes.

» Les deux noyaux issus de la cellule fertile restent compris dans la même enveloppe, en attendant qu'un fusionnement ultérieur les confonde. Ils rappellent par leur origine les noyaux de conjugaison des Infusoires, mieux encore les huit noyaux qui se forment, avant la fécondation, dans le sac embryonnaire des Angiospermes. Si l'un de ces derniers ne s'unit qu'à un noyau extérieur apporté par le pollen, deux autres noyaux, de même génération que l'oosphère, gamètes comme elles, se conjuguent pour donner un thalle appelé *albumen*, tout comme les deux noyaux de la spore æcidienne se conjuguent pour reproduire un thalle de Champignon.

» C'est là, sans doute, un type inférieur de fécondation. Rien ne différencie les noyaux, l'un comme mâle, l'autre comme femelle. Les gamètes frères, identiques par leur origine, identiques par leur valeur morphologique, n'apportent pas dans l'association ces tendances variées dont la combinaison donne toute son importance à la fécondation croisée. Mais cette infériorité est, à certains égards, compensée par l'élimination préalable de la cellule polaire. Rajeunie aux dépens de la cellule déchue, renforcée par le fusionnement, l'æcidiospore est bien la fondatrice d'une plante nouvelle. »

MINÉRALOGIE. — *Craie magnésienne des environs de Guise (Aisne).* Note de M. **H. Boursault**.

« Une des grandes tranchées de la ligne de Laon à Guise présente, près de cette dernière ville, une particularité minéralogique intéressante.

» Cette tranchée, de 12^m à 15^m de hauteur, est entièrement creusée dans la craie à silex et à *Micraster breviporus;* le sommet est formé par une couche irrégulière de craie remaniée dont les éléments compacts, fragmentés, sont réunis, par de la chaux carbonatée de formation plus récente; au-dessous, la craie, dure et compacte, disposée en lits horizontaux, descend sans changer d'aspect jusqu'au niveau du rail, du côté sud. Mais, vers le centre de la coupe, on voit, sur une hauteur de $1^m,50$ à 2^m, la craie blanche devenir grisâtre, sableuse et être, un peu plus loin, franchement

différente de la roche principale; celle-ci existe, cependant, encore sans aucune modification au-dessus et au-dessous.

» Un peu plus loin, vers le nord, les couches plongent légèrement; il m'a été impossible de les examiner complètement, mais j'ai pu, cependant, constater que la craie reprend peu à peu de ce côté son aspect normal. Cette roche est ainsi modifiée sur une longueur de 25^m à 30^m.

» Les différents aspects des roches de cette tranchée m'ont engagé à les examiner avec soin et à en faire l'analyse chimique.

» Dans les couches compactes de la base et du sommet, ainsi que dans les parties remaniées, la craie est blanche, grasse, dure et formée de carbonate de chaux assez pur.

» La zone centrale est grise et a l'aspect d'un grès friable : l'examen microscopique montre que cette roche est presque exclusivement formée de petits rhomboèdres transparents ayant en moyenne $0^{mm},1$ de côté. Au point de vue chimique, ces cristaux se rapprochent beaucoup de la formule

$$2CaO, CO^2, MgO, CO^2;$$

il s'agit donc d'une dolomie presque pure. L'analyse complète de ces roches m'a donné les résultats suivants (après complète dessiccation) :

	Craie		
	remaniée du sommet. Pour 100.	compacte. Pour 100.	dolomitique centrale. Pour 100.
Silice	2,87	2,03	7,95
Alumine	1,35	1,37	2,54
Peroxyde de fer	traces	traces	0,96
Sulfate de chaux	0,16	0,14	0,45
Phosphate de chaux	0,66	0,59	0,53
Carbonate de chaux	94,20	95,15	61,49
Carbonate de magnésie	0,76	0,72	26,08

» Il est intéressant de remarquer que le lit magnésien central passe insensiblement de chaque côté à la craie pure. On est là en présence d'un cas de dolomitisation évidemment postérieur au dépôt de la roche. Les lits de silex existent également et sans altération à tous les niveaux.

» La tranchée est divisée en deux par un grand ravin sec dont les lèvres coupent les différentes couches de la craie sans qu'il y ait ni inflexion ni rejet. Ce ravin paraît donc être dû à une désagrégation lente des deux

bords d'une fracture verticale; on ne trouve aucune trace de dissolution. »

ANTHROPOLOGIE. — *Sur la caverne du Boundoulaou (Aveyron).* Note de MM. **E.-A. Martel** et **Émile Rivière**, présentée par M. Daubrée.

« Au fond du vallon de Saint-Martin, sur le territoire de Creissels, près de Millau (Aveyron), la grotte du Boundoulaou (Le Bourdon) perce de part en part, dans le calcaire bajocien, un promontoire du Larzac.

» Sur le flanc ouest de ce cap se trouve, à 535^{m} d'altitude, en pleine falaise à pic, l'entrée la moins impraticable [1].

» Sur le flanc nord se superposent, à 535^{m}, 515^{m} et 507^{m} d'altitude, trois autres ouvertures : la plus haute est une entrée comme celle de l'ouest, mais plus inabordable encore; des deux inférieures s'élancent des cascades après les grandes pluies et la fonte des neiges seulement. De ce même côté, et beaucoup plus bas, à travers les éboulis de rochers, sourdent deux sources (470^{m} et 420^{m}) *pérennes,* qui ne tarissent jamais. L'intercalation de lits marneux donne sans doute naissance à ces fontaines.

» Au mois de juin 1892, MM. Bergonié et Guibert (de Millau) ont, les premiers, visité cette caverne, dont l'exploration méthodique a été effectuée les 18, 19 et 20 septembre suivant par l'un de nous (E.-A. Martel, avec Louis Armand).

» Il a été reconnu alors : 1° que la caverne se compose de trois galeries étagées l'une au-dessus de l'autre, correspondant aux trois orifices du nord, et d'un développement total d'environ 400^{m}; 2° qu'un lac réservoir, long de 50^{m} et large de 10^{m} (à grand'peine parcouru en bateau de toile le 19 septembre sous sa voûte haute de moins de 1^{m}), occupe (510^{m} d'altitude) le fond de la galerie inférieure; 3° que ce lac alimente les deux sources pérennes; 4° que les deux cascades temporaires du nord lui servent de trop-pleins, de décharges lors des crues internes; 5° qu'une faille, très distincte dans la galerie supérieure, a provoqué vraisemblablement la formation de ce réservoir; et 6° qu'autrefois l'eau a dû s'élever jusqu'au sommet de la caverne (très bouleversée par l'érosion), au point d'y excaver une grande cloche ou coupole de 25^{m} de hauteur et de diamètre (salle des Ratapanades ou des chauves-souris, dépôt de guano) et de pratiquer les deux entrées actuelles (ouest et nord 535^{m}).

» De plus, dans la galerie qui réunit ces ouvertures s'est rencontré, à

---

(1) Il faut une échelle de 14^{m} pour y atteindre.

525^{m} d'altitude et à 15^{m} au-dessus du lac (niveau du 19 septembre 1892), un ossuaire néolithique qui a donné un grand fragment de poterie, un cylindre en os, travaillé, dont nous parlons plus loin et sept squelettes humains de différents âges. Trois de ces derniers étaient allongés, côte à côte, sous une sorte d'auvent de rochers, et leurs têtes, qui ont été recueillies, en assez bon état, se touchaient. Il semble que ces individus aient été surpris et noyés par quelque flux subit du réservoir intérieur sous-jacent.

» D'autres indices dénotent que les deux entrées du Boundoulaou ont été jadis habitées, mais comme elles sont aujourd'hui inaccessibles sans échelles, on peut se demander ou bien si leurs anciens occupants possédaient des moyens d'escalade particuliers, ainsi que les cliff-dwellers de l'Amérique du Nord, ou bien si la démolition, par les agents atmosphériques, des falaises extérieures a été assez rapide pour faire complètement disparaître les primitives corniches d'accès; cette dernière hypothèse est rendue vraisemblable par l'abondance des roches éboulées (strates détachées) accumulées au bas des falaises.

» Si les squelettes humains découverts au Boundoulaou sont au nombre de sept, cependant ils sont loin d'être entiers, aucun d'eux même n'est complet. Ils sont représentés seulement par un certain nombre de pièces, dont les plus importantes sont trois têtes. Deux d'entre elles (n°s 1 et 2) comportent à la fois le crâne et la face; la troisième présente seulement le crâne.

» La tête n° 1 est celle d'un individu du sexe masculin, jeune, mais adulte. Elle est remarquable, entre autres caractères [1], par l'épaisseur des os du crâne, par une plagiocéphalie prononcée en arrière, très légèrement avant, enfin par des sutures craniennes peu compliquées.

» La tête n° 2 offre ceci de particulier que l'âge incomplètement adulte du crâne laisse quelque incertitude sur le sexe du sujet auquel il appartient, bien qu'il semble se rapporter plutôt à un individu du sexe féminin.

» Ajoutons que, sur ces deux têtes (n°s 1 et 2), le bord orbitaire supérieur est surbaissé et que les dimensions verticales de la face sont courtes.

» La tête n° 3, comme nous l'avons dit plus haut, ne comporte que le crâne; la face a disparu. Le crâne est celui d'un sujet masculin, adulte, mais probablement de faible complexion. Il est entier et sa bonne conservation a permis de le cuber. Sa capacité, assez faible, a donné, à M. le Dr Manouvrier, qui a bien voulu la mesurer, 1415^{cc}. Parmi les particularités

---

(1) Nous publierons sous peu un travail complet sur les ossements humains, dans la Notice que nous consacrerons au Boundoulaou.

sur lesquelles il convient d'attirer l'attention, nous signalerons principalement l'existence de deux os wormiens, rares par la situation qu'ils occupent. En effet, l'un est au niveau du bregma et mesure $0^m,026$ d'avant en arrière et $0^m,015$ dans son plus grand diamètre, le diamètre transversal; l'autre se trouve dans la suture coronale droite, ses dimensions sont de $0^m,018$ sur $0^m,013$. Enfin, nous avons constaté aussi un certain degré de plagiocéphalie, moins accusée cependant que sur le crâne n° 1.

» Outre ces trois têtes, les fouilles de l'ossuaire du Boundoulaou ont donné : 1° quelques fragments d'autres crânes, notamment un morceau de frontal d'une épaisseur atteignant en certains points $0^m,01$; 2° six mandibules, deux entières, quatre incomplètes.

» Les deux mandibules entières sont : 1° celle d'un sujet âgé d'une douzaine d'années environ; 2° celle d'un adulte, dont nous nous bornons ici à donner : (*a*) la largeur bicondylienne (116) et la largeur bigoniaque (88,5) réservant les autres mensurations pour le Tableau que nous donnerons dans notre prochaine Notice.

» Quant aux autres parties des squelettes extraits de l'ossuaire du Boundoulaou, elles sont plus ou moins bien conservées et se composent : (*a*) pour les membres supérieurs : de sept humérus et un cubitus; (*b*) pour les membres inférieurs : d'une portion d'os iliaque gauche, de trois fémurs et de cinq tibias. Quelques-uns de ces ossements sont entiers; les mensurations que nous avons prises avec M. Manouvrier indiquent des sujets féminins dont la taille serait, d'après les Tables de notre savant collègue de la Société d'Anthropologie, de $1^m,493$ et de $1^m,53$.

» Quant aux sujets masculins, la dimension des os longs correspond à des tailles de $1^m,696$, de $1^m,657$, de $1^m,646$ et $1^m,620$.

» Le septième individu est un enfant de 10 à 12 ans environ.

» En résumé, les crânes humains de la grotte du Boundoulaou, d'après les caractères qu'ils présentent, nous paraissent, ainsi qu'à M. Manouvrier, des crânes préhistoriques et pouvant se rattacher au type humain de la caverne de l'*Homme-Mort* (Aveyron).

» Nous ne devons pas omettre de signaler la découverte, avec ces squelettes, d'une pièce très intéressante, c'est-à-dire d'une sorte de cylindre osseux formant anneau et fabriqué avec la diaphyse d'un fémur humain. Ce cylindre long de $0^m,063$, et dont le diamètre transverse mesure $0^m,026$, est usé à ses deux extrémités; il est creux d'un bout à l'autre et sa cavité correspond au canal médullaire de l'os. Ses deux ouvertures, irrégulièrement circulaires, ont un diamètre de $0^m,012$, les bords en sont arrondis et usés.

Cet os a dû être porté suspendu soit comme ornement, soit comme amulette ou fétiche, voire même peut-être comme un trophée de guerre. »

ÉCONOMIE RURALE. — *L'utilisation des marcs de vendange.* Note de M. **A. Müntz**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Les marcs de raisins, après le pressurage, sont constitués par les rafles, les pellicules et les pépins, formant une masse imprégnée de liquide vineux que les plus fortes pressions ne peuvent en extraire. Ces marcs sont quelquefois donnés directement au bétail, souvent distillés en vue de la production des eaux-de-vie, plus souvent ils vont directement au fumier. Dans d'autres cas, on en fait des vins de sucre par l'addition d'eau sucrée, qu'on laisse fermenter à leur contact, ou des piquettes par de simples lavages à l'eau. Lorsqu'ils ont servi à ces dernières opérations, les marcs sont généralement considérés comme impropres à l'alimentation.

» On cherche donc à utiliser les marcs, mais en tire-t-on tout le parti possible? Je ne le crois pas. En étudiant dans les grands vignobles du Midi, du Bordelais et de la Champagne, la production des marcs et leur mode d'utilisation, j'ai été amené à faire des observations et des expériences qu'il me semble utile de faire connaître.

» Mon attention a d'abord été portée sur la quantité de marcs produite par hectare, quantité qui varie entre des limites très écartées, comme la récolte de raisin elle-même, mais qui est loin de lui être proportionnelle. Voici les résultats que j'ai obtenus en 1892, en opérant sur de grands vignobles, pour les quantités de marcs, à l'état frais et à l'état sec, avec la production correspondante de vin soutiré :

Désignation des propriétés.	Surface.	Par hectare. Vin.	Marcs frais.	Marcs secs.
	ha	hlit	kg	kg
St-Laurent-d'Aigouzes (Gard), submersion.	33,6	190,2	2841	848
Jarras (Gard), sables d'Aigues-Mortes . . .	161	132,5	2588	577
Guillhermain (Hérault), vignes de plaine . .	169	112,0	1680	680
Verchant (Hérault), demi-montagne......	70	94,0	943	292
Les Vergnes (Gironde)..................	93	44,4	916	284
Le Mesnil-sur-Oger (Champagne)........	28,6	17,3	387	113

» Ces expériences montrent combien sont différents les poids de marc obtenus par hectare de vignes, et combien ils sont élevés dans certains cas.

» Ces marcs restent imprégnés de vin, qui n'a pas, il est vrai, toute la qualité du vin de cuvée, mais qui peut être assimilé au vin de presse, c'est-à-dire à celui que la pression fait sortir du marc. Il n'est pas sans intérêt de rechercher quelles sont les quantités de ce vin qui restent immobilisées dans le marc et qui sont ainsi perdues pour le rendement en vin proprement dit. Voici les résultats que nous avons obtenus :

	Par hectare.	
	Vin resté dans le marc.	Soit pour 100 de vin soutiré.
	hlit.	
Saint-Laurent-d'Aigouzes	20,33	10,67
Jarras	20,51	15,47
Guillhermain	10,20	9,10
Verchant	6,64	7,06
Les Vergnes	6,45	14,52
Le Mesnil-sur-Oger	2,79	16,12

» On voit quelles quantités énormes de vin retiennent les marcs après leur expression et l'on comprend l'intérêt qu'il peut y avoir à les extraire sous une forme utilisable.

» L'emploi des marcs au sortir du pressoir, pour l'alimentation des animaux, fait perdre ce vin en totalité. Leur distillation directe donne des eaux-de-vie d'une faible valeur. Le lavage pour l'obtention de piquettes pouvant servir à la consommation ou donner un alcool de vin de bonne qualité paraît mieux convenir à l'utilisation du liquide vineux resté dans les marcs.

» C'est sur la fabrication des piquettes que j'ai surtout porté mon attention. Elles sont généralement obtenues par une sorte de lavage méthodique, qui consiste à noyer les marcs dans de l'eau qu'on fait passer sur plusieurs marcs successifs. Mais ce procédé oblige à l'emploi de grandes quantités d'eau et ne donne que des piquettes très diluées.

» Un mode opératoire beaucoup moins fréquent, mais plus rationnel, c'est celui par déplacement. Les marcs, aussitôt après expression, sont tassés par le piétinement dans des cuves et ensuite arrosés régulièrement avec de petites quantités d'eau qui chassent devant elles le liquide vineux, s'écoulant à mesure, sans pour ainsi dire s'y mélanger. On obtient ainsi non des piquettes diluées, mais du vin qui n'est guère inférieur au vin de presse.

» En opérant par ce procédé sur une quantité de 48 583^{kg} de marcs des domaines

du Mas-Déous et de Sainte-Eugénie (Roussillon), dont les vins avaient une richesse moyenne de 10°,5 d'alcool, j'ai obtenu :

	Hectolitres.
Piquette à 9 pour 100 d'alcool............	90
» 8 »	102
» 7 »	120

» Dans ces conditions pratiques, j'ai pu extraire, sans dilution notable, la presque totalité du vin qui imprégnait le marc. Les piquettes contenaient entre 17 et 19 pour 100 d'extrait sec, c'est-à-dire presque autant que le vin proprement dit, auquel elles étaient peu inférieures. Elles ont fourni une très bonne boisson qui s'est bien conservée. La partie qui a été distillée a donné un alcool de bonne qualité.

» Quant aux marcs épuisés, qu'on a l'habitude de regarder comme impropres à l'alimentation des animaux, ils n'avaient perdu, du fait de l'extraction du vin qui les imprégnait, que des quantités insignifiantes de leur valeur alimentaire, puisqu'on ne leur a enlevé que de l'alcool et des substances formant l'extrait sec du vin, ainsi que le montrent les résultats suivants rapportés à 100 de marcs :

	Matières					
	azotées.	grasses.	Extractifs.	Cellulose.	Alcool.	Eau.
Marcs avant l'épuisement...	4,28	1,01	19,06	8,13	6,50	57,20
» après » ...	4,16	1,00	17,86	8,13	traces	63,70

» Presque toute la matière alimentaire est donc restée dans le marc, mais le goût vineux qui plaît aux animaux a disparu. Comment conserver ce marc lavé et le faire consommer?

» Il a été ensilé dans des cuves, en le stratifiant avec 5 pour 100 de son poids de sel gris qui, non seulement a aidé à sa conservation, mais lui a donné de la sapidité. Il a pu servir pendant tout l'hiver à l'alimentation d'un troupeau de brebis de 200 têtes, qui l'a consommé intégralement, mélangé d'un peu de foin, sans aucune répugnance, à raison de 4^{kg} par tête et par jour lorsque les animaux restaient en stabulation, et de 2^{kg} lorsqu'ils passaient une partie de la journée au pâturage. Les brebis ont agnelé normalement, à raison de 130 agneaux par 100 têtes de brebis. L'alimentation au marc n'a donc nullement entravé la parturition, ce qui est à noter, puisque, d'après une opinion très répandue, dont je n'ai pas d'ailleurs vérifié l'exactitude, les poules qui consomment des pépins de raisins ne pondent pas.

» L'extraction, par déplacement, des piquettes pour la consommation des ouvriers ou pour la distillation, l'utilisation des marcs épuisés pour l'alimentation des animaux qui les transforment en viande et en fumier, me semblent des pratiques rationnelles qui permettent de tirer des marcs de vendange le parti le plus avantageux. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Mode d'action des substances produites par les microbes sur l'appareil circulatoire.* Note de MM. **Charrin** et **Gley**, présentée par M. Bouchard.

« Il y a déjà plusieurs années que nous avons commencé l'étude des actions physiologiques des substances solubles microbiennes. Au nombre des motifs qui nous ont déterminé à entreprendre ces recherches, il n'est que juste d'indiquer la découverte du professeur Bouchard relative aux propriétés vaso-motrices des toxines; à ce motif s'ajoutent les conseils de ce maître, les idées nées de conversations fréquemment échangées avec lui.

» Les agents pathogènes agissent surtout par leurs sécrétions; dès lors, pour pénétrer le mécanisme des lésions, plus encore des troubles fonctionnels déterminés par ces sécrétions, il devient nécessaire de mettre en œuvre les méthodes usitées dans les recherches physiologiques; ce sont, en effet, ces procédés qui permettent d'analyser les perturbations causées par l'introduction dans l'économie d'un poison venu du monde extérieur, comme le curare, la strychnine. A diverses reprises, nous avons montré la nécessité de recourir, en bactériologie, à de pareils moyens d'investigation.

» Tout d'abord, nous avons signalé les principaux effets de ces matières bactériennes sur diverses fonctions organiques, soit chez les animaux à sang froid, tels que la grenouille, soit chez les mammifères, le lapin, par exemple (¹).

» En poursuivant nos recherches, nous avons mis en évidence le mode d'action spécial des produits bactériens sur le système nerveux vaso-moteur (²). Plus tard, nous avons établi que certains de ces produits agissent sur d'autres parties de l'appareil cérébro-spinal (³). Nous avons aussi étudié les modifications de la circulation chez les animaux auxquels on injecte ces produits bactériens (*locis citatis*). La continuation de nos travaux nous permet, d'une part, d'apporter aujourd'hui de nouveaux faits, et de

---

(¹) Voir *Maladie pyocyanique*, par A. Charrin. Steinheil, éditeur; 1889. Consulter le Chapitre V : *Physiologie pathologique*, par Charrin et Gley.

(²) *Comptes rendus*, 28 juillet 1890; — *Archiv. de Physiol.*, octobre 1890, janvier 1891.

(³) *Soc. Biol.*, novembre 1892, ou encore *La Maladie pyocyanique*, 1889.

fournir, d'autre part, quelques explications sur le mode d'action des toxines sur l'appareil circulatoire.

» Nos expériences, sans exception, ont été faites à l'aide des substances fabriquées par le bacille pyocyanique, substances au préalable stérilisées le plus souvent par la chaleur, habituellement par des chauffages répétés à 70°. On injectait, dans les veines de lapins pesant environ 2000^{gr} ou de chiens d'un poids de 6000^{gr} à 8000^{gr}, 30^{cc} ou 40^{cc} de ces substances, pour les premiers, 55^{cc} à 70^{cc} pour les seconds; rapportés au kilogramme, ces chiffres donnent 15^{cc} à 17^{cc} et 6^{cc} à 8^{cc}; pour la grenouille, ils se réduisent à $0^{cc},25$.

» Les animaux étaient au préalable curarisés; la pression du sang était enregistrée, soit dans la fémorale, soit dans la carotide; un sphygmoscope était branché sur l'hémodynamomètre; en même temps, les changements de volume du cœur étaient directement inscrits par le procédé de François-Franck.

» Dès le dixième ou vingtième centimètre cube, on note une élévation de pression correspondant à 2^{cm} de mercure; à une légère et passagère accélération du cœur fait suite un certain ralentissement, surtout chez le lapin; chez le chien, le nombre des battements du cœur n'est d'abord pas sensiblement modifié; mais on constate quelquefois de grandes oscillations dans la pression intra-artérielle. L'élément variable de la tension sanguine devient beaucoup plus ample, accroissement d'amplitude attribuable à une augmentation de volume des ondées envoyées par le myocarde. Si, en effet, on étudie les contractions cardiaques sur le tracé qui indique les modifications volumétriques de l'organe central de la circulation, on reconnaît que les systoles sont devenues parfois des plus énergiques. Cependant la pression tombe bientôt; elle s'abaisse, en dépit de la continuation des injections, à 80^{mm} à peu près chez le chien et 35^{mm} chez le lapin. Pendant ce temps, le cœur passe par une phase d'irrégularités remarquables; les systoles deviennent plus petites, puis tendent à reprendre leur énergie première; ces changements sont, d'ailleurs, variables comme durée et comme importance. Souvent il se produit quatre ou cinq contractions à peu près normales, auxquelles succèdent deux ou trois révolutions des plus lentes, la diastole étant, à cet instant, très allongée. Ces phénomènes peuvent persister assez longtemps, surtout si l'on cesse momentanément de faire pénétrer le virus.

» Si l'on reprend ces injections, on ne tarde pas à voir le niveau général du tracé cardiaque s'élever; cette élévation indique une augmentation du volume total de l'organe; celui-ci néanmoins se vide encore convenablement, les ventricules fonctionnent encore suffisamment; puis, de nouveau, le ralentissement se produit et devient plus marqué, la phase diastolique s'allonge; par intervalles, le viscère, dans sa lutte contre le poison microbien, retrouve quelques secondes d'énergie; le rythme normal se rétablit très passagèrement. Enfin, la mort du cœur arrive au milieu de ces irrégularités, les battements étant extrêmement ralentis et la pression intra-artérielle considérablement abaissée.

» Poussant plus loin l'analyse, nous avons opéré, de la même façon, sur des chiens dont le cœur avait été rendu complètement indépendant du système nerveux par la vagotomie double, la section bulbaire, puis la destruction complète de la moelle suivant le procédé de Gley. Dans ces conditions, il a été constaté que les produits pyo-

cyaniques (¹) agissent encore sur le cœur; cette influence est identique à celle qui se voit, lorsque les connexions avec le système nerveux n'ont pas été supprimées. En revanche, du côté de la périphérie, on ne note plus aucun phénomène. C'est à peine si la pression s'accroît de 2^{mm} à 4^{mm}, au lieu de 2^{cm} à 4^{cm} de mercure, chiffre si faible que l'on est en droit de se demander si cette oscillation insignifiante n'est pas attribuable à une légère augmentation corrélative dans l'énergie des systoles plutôt qu'à une action directe sur les parois vasculaires.

» De ces expériences, il est légitime de conclure que les toxines pyocyaniques agissent sur le cœur lui-même. Cette action porte-t-elle sur la fibre musculaire ou sur les ganglions intra-cardiaques ou encore sur les deux systèmes? Des recherches entreprises à l'aide de la méthode des circulations artificielles dans le cœur de la grenouille ou de la tortue permettront de reculer encore les limites de nos connaissances à cet égard.

» Telles qu'elles sont, elles aident à comprendre les désordres cardiaques ou vasculaires que la clinique, depuis longtemps, a signalés chez l'homme dans les maladies infectieuses. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Sur un dérivé soluble du β-naphtol.* Note de MM. **Dujardin-Beaumetz** et **Stackler**, présentée par M. Bouchard.

« En recherchant des corps à la fois antiseptiques, solubles et bien tolérés par les animaux, dans le but de reconnaître leurs applications à l'antisepsie générale, nous avons étudié plusieurs dérivés du β-naphtol.

» L'un de ces produits offre un intérêt spécial.

» Dans une Communication antérieure faite par l'un de nous, ce corps a été donné pour l'une des modifications du groupe des β-naphtols monosulfonés, β-naphtol, α-monosulfonate de calcium. Des recherches récentes ont prouvé qu'il est l'éther sulfurique du β-naphtol à l'état de sel de calcium : $(C^{10}H^{7}OSO^{3})^{2}Ca + 3H^{2}O)$, contenant des traces de naphtol et de sulfate de chaux. Nous l'avons appelé *asaprol* (ἀ, σαπρός, putride).

» Il se présente sous forme d'une poudre blanchâtre, extrêmement

(¹) L'énergie d'action de ces produits varie suivant un nombre considérable de circonstances : nature du milieu de culture, qualité, quantité de la semence, âge de la culture, âge de l'animal, son espèce, la porte d'entrée, la partie des toxines utilisées, etc. Par exemple, le protoplasme des bacilles est particulièrement actif.

soluble dans l'eau et dans l'alcool. Les particularités suivantes méritent d'être signalées à son sujet :

» 1° Son équivalent antiseptique (16 à 17) est à peu près celui du salicylate de soude;

» 2° Antithermique, analgésique dans diverses maladies, il s'est montré particulièrement actif dans le rhumatisme polyarticulaire aigu, comme le salicylate de soude;

» 3° Il agit aux mêmes doses que lui, 4^{gr} à 10^{gr};

» 4° Comme lui enfin, il s'élimine rapidement par les urines, dans lesquelles sa présence est révélée par le perchlorure de fer (coloration noire tendant au bleu).

» La tolérance de l'organisme pour ce produit ingéré est remarquable.

» Tandis que, en injection intra-veineuse, la dose mortelle a été de $0^{gr},72$ à $0^{gr},96$ par kilogramme de lapin, on a pu l'administrer par les voies digestives (sous forme de mélange du produit et de certains aliments) pendant plus de quarante jours, en élevant progressivement les doses de $1^{gr},25$ à $2^{gr},47$ par kilogramme et par vingt-quatre heures. A cette dernière dose, l'augmentation du poids des animaux, jusque-là continue, a cessé de se faire. Elle a repris aussitôt après l'expérience.

» Un des lapins, sacrifié plus tard, n'était porteur d'aucune lésion. Le foie et les reins étaient sains.

» Cette tolérance se retrouve chez l'homme.

» Jamais le produit n'a provoqué ni vertiges, ni bourdonnements. Il a été supporté sans aucun inconvénient dans les cas les plus divers, par des dyspeptiques, par des albuminuriques, quand le salicylate de soude n'était pas toléré. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Sur les intercurrences morbides dans la fièvre à sulfate de quinine.* Note de M. ALCIDE TREILLE, présentée par M. Bouchard.

« En suivant avec toute la rigueur voulue la marche de la température dans des affections fébriles de nature microbienne bien connue, il est facile de se rendre compte que le germe pyrétogène peut :

» 1° Commencer son évolution par des poussées nettement séparées, donnant lieu à des manifestations fébriles intermittentes, comme si, pour prospérer dans l'individu et arriver à une évolution continue, à des repro-

ductions incessantes, que des rémissions plus ou moins prononcées distinguent seules les unes des autres, il lui était d'abord nécessaire de vaincre la résistance du terrain;

» 2° Présenter ensuite, au décours de la maladie, des poussées fortement rémittentes d'abord, puis intermittentes, qui ne sont que le caractère de plus en plus marqué de l'atténuation, presque toujours naturelle et spontanée, rarement acquise du germe morbide.

» L'intermittence ou la rémittence du début s'observent sans aucun doute plus fréquemment dans les pays chauds, en Algérie par exemple, par suite de l'atténuation que les agents physiques, tels que l'air et la chaleur, y exercent naturellement par leur intensité d'action sur les germes pathogènes.

» L'intermittence et la rémittence peuvent aussi tenir, dans bon nombre de maladies, à une vaccination première, à une demi-immunité de l'organisme.

» C'est faute d'avoir suffisamment tenu compte de ces faits, et en se basant sur les caractères vagues d'intermittence ou de rémittence, sur le caractère non moins banal de l'hypersphérie, que, sous le nom de *maladies de malaria* ou de *paludisme* on a, dans les pays chauds surtout, confondu ensemble un grand nombre d'affections, absolument étrangères les unes aux autres, auxquelles on appliquait indifféremment, en Algérie plus peut-être que partout ailleurs, l'emploi de la médication quinique.

» On a cru aussi, en voyant l'intermittence se montrer au début, et surtout au décours de certaines maladies, que l'élément *malarique* ou *paludique* était capable de reparaître après des périodes de sommeil de plusieurs années, constituant ainsi une véritable diathèse qui s'opposerait à la guérison des maladies intercurrentes, tant qu'on ne se serait pas préalablement débarrassé du substratum morbide au moyen du sulfate de quinine.

» Or, dans une Note précédente (¹), et dans divers travaux, j'ai précisé les caractères des véritables fièvres à quinquina, j'ai montré qu'entre toutes les maladies dites de *malaria* ou à *sulfate de quinine*, il en est une, la fièvre des alluvions, à caractères des plus simples et des plus nets. Le type fébrile quotidien est son type primitif. Les manifestations tierce et quarte n'en sont que les formes atténuées.

» Comme je l'ai indiqué, elle présente au regard du sulfate de quinine

---

(¹) *Comptes rendus*, 1891, 1er semestre.

cette caractéristique essentielle, unique en Pyrétologie et en Thérapeutique.

» Dans la fièvre des alluvions : quotidienne, tierce ou quarte, le sulfate de quinine, donné au début précis de l'accès à dose unique, convenable, proportionnée à la nature du type, n'influence en rien l'accès attaqué, mais coupe toujours les suivants pour cinq jours au moins.

» Par suite de la constatation répétée de ce fait, j'ai substitué au traitement préventif, que j'avais formulé dans ma Note précédente, et qui était basé sur les recherches probables, le traitement *occasionnel*, consistant à abandonner toute modification préventive, à ne plus se préoccuper des rechutes, mais à attaquer chacune d'elles à son début par une dose de sulfate de quinine appropriée à la nature du type.

» J'emploie cette nouvelle méthode de traitement depuis deux ans et demi avec un succès invariable.

» Si donc, au cours du traitement occasionnel d'une fièvre à sulfate de quinine, on voit le médicament se trouver en défaut, en même temps que survient une modification importante du type fébrile, un changement de l'heure des accès, etc., c'est qu'un nouvel élément fébrile est entré en jeu et que le spécifique est sans action sur lui. Dès lors, il n'y a pas lieu d'insister sur le sulfate de quinine, d'y revenir deux jours de suite.

» Pour bien juger de ces faits, il convient de choisir comme types des fièvres tierces ou quartes, en traitement depuis un certain nombre de semaines ou de mois, et suivies longtemps en prenant la température trois ou quatre fois par jour, au minimum.

» C'est ce qu'indiquent nettement les quatre courbes de température jointes à cette Note comme exemples.

» Des faits ainsi observés on peut tirer les conclusions suivantes :

» Lorsque, au cours du traitement occasionnel d'une fièvre à sulfate de quinine, le médicament donné à dose unique, convenable, approprié à la nature du type, au début précis d'un accès de rechute, n'amène pas la chute de la fièvre ou, si celle-ci reparaît dans les cinq jours qui suivent, il n'y a pas lieu d'insister sur le médicament, l'élément pyrétogène nouveau, dû à l'intercurrence morbide, n'étant pas justiciable du quinquina.

» Dans les fièvres à sulfate de quinine, traversées par des intercurrences morbides, il n'y a pas lieu de revenir au médicament avant le sixième jour suivant l'administration de la première dose, car on peut considérer que celle-ci a débarrassé pour cinq jours au moins le malade de l'élément pyrétogène propathique, justiciable du quinquina.

» Certaines intercurrences morbides paraissent empêcher, par antagonisme microbien, le retour ultérieur de la fièvre des alluvions, c'est-à-dire de la fièvre à rechutes et à sulfate de quinine. »

M. **Félix Drouin** adresse une Note « Sur une nouvelle forme de l'iconoscope ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 juin 1893.

Traité des gîtes minéraux et métallifères; recherches, étude et conditions d'exploitation des minéraux utiles; description des principales mines connues, usage et statistique des métaux. Cours de Géologie appliquée de l'École supérieure des Mines, par Ed. Fuchs et L. de Launay. Paris, Baudry et Cie, 1893; 2 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Paléontologie. Monographie. Bubalus antiquus, par A. Pomel, Correspondant de l'Institut. Alger, Fontana, 1893; 1 vol. in-4°.

Problèmes et calculs pratiques d'Électricité, par M. Aimé Witz. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. in-8°.

Le cimetière mérovingien des Gravas, par M. Alfred Caraven-Cachin, lauréat de l'Institut (Académie des Sciences). Gaillac, Dugoure, 1891; 1 fasc. in-8°.

Les Alpes françaises. Les montagnes, les eaux, les glaciers, les phénomènes de l'atmosphère, par Albert Falsan. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1893; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Gaudry.)

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents relatifs à l'art des constructions et au service de l'ingénieur, etc., 1893, avril. Paris, Vve Ch. Dunod; 1 vol. in-8°.

Archives italiennes de Biologie. Revues, résumés, reproductions des travaux scientifiques italiens, sous la direction de A. Mosso, professeur de Physiologie à l'Université de Turin. Tome XIX, fasc. II. Turin, Hermann Loescher, 1893; 1 vol. in-8°.

Congreso juridico ibero-americano reunido en Madrid el año 1892. Madrid, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

The Hawks and Owls of the United States in their relation to Agriculture, prepared, under the direction of Dr C. Hart Merriam, ornithologist, by A.-C. Fisher, M. D., assistant ornithologist. Washington, 1893; 1 vol. in-8°.

Evolution of the colors of North American land birds, by Charles A. Keeler. San Francisco, California, Academy of Sciences. January, 1893; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 5 juin 1893.)

Note de M. *Jules Andrade*, Sur l'application répétée du théorème de Bernoulli :

Page 1282, ligne 12, *au lieu de* avec une probabilité moindre que..., *lisez* avec une probabilité supérieure à....

Même page, ligne 16, *au lieu de* $<$, *lisez* $>$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 JUIN 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur l'emploi des équations de Lagrange dans la théorie du choc et des percussions,* par M. PAUL APPELL.

« I. Dans le *Messenger of Mathematics* (t. IV, 1867) M. Niven a montré comment les équations de Lagrange peuvent être employées utilement pour l'étude des percussions : la même question a été traitée par M. Routh (*Rigid Dynamics,* 1er vol.). La méthode suivie par ces auteurs peut être perfectionnée, car les équations qu'ils donnent contiennent encore des percussions de liaison provenant des liaisons nouvelles introduites au moment de la percussion. Ces équations ne répondent donc pas entièrement au but poursuivi par Lagrange qui est d'obtenir des équations ne contenant pas les forces de liaison.

» II. Imaginons un système en mouvement dans lequel les liaisons ont lieu sans frottement, et dont la configuration est définie par k paramètres $q_1, q_2, \ldots q_k$, géométriquement indépendants : la demi-force vive T de ce système est une fonction du second degré des dérivées $q'_1, q'_2, \ldots q'_k$ de $q_1, q_2 \ldots q_k$ par rapport au temps. La manière la plus générale de concevoir un choc sur le système paraît être la suivante. A un instant donné t_0, on introduit brusquement de nouvelles liaisons dans le système : le mouvement est alors troublé, et, dans un intervalle de temps très court $t_1 - t_0$ les vitesses des différents points du système varient de quantités finies sans que le système change sensiblement de position; au point de vue analytique, les quantités $q'_1, q'_2, \ldots q'_k$, qui définissent les vitesses, passent brusquement, dans le temps très court $t_1 - t_0$, des valeurs

$$(q'_1)_0, \quad (q'_2)_0, \quad \ldots, \quad (q'_k)_0$$

à d'autres valeurs

$$(q'_1)_1, \quad (q'_2)_1, \quad \ldots, \quad (q'_k)_1,$$

tandis que les quantités $q_1, q_2, \ldots, q_k$, qui définissent la position, ne changent pas sensiblement de valeurs. Nous ne cherchons ici que la première approximation, qui consiste à regarder l'intervalle $t_1 - t_0$ comme négligeable et à supposer que les q'_i changent subitement de valeurs sans que les q_i changent. Nous admettons, en outre, que les nouvelles liaisons introduites au moment de la percussion sont aussi sans frottement; ces liaisons nouvelles peuvent d'ailleurs être temporaires ou permanentes, c'est-à-dire qu'elles peuvent, suivant les cas, disparaître après la percussion ou subsister; les liaisons primitives du système sont supposées permanentes, elles subsistent après la percussion. Par exemple, quand il se produit un choc entre deux solides terminés par des surfaces parfaitement polies, une nouvelle liaison est introduite brusquement dans le système, car deux surfaces primitivement indépendantes deviennent brusquement tangentes : la réaction normale des deux corps provenant de cette liaison nouvelle est une force très grande qui, agissant pendant un temps très court, produit des changements brusques de vitesses : si les corps sont élastiques, ils se séparent après le choc, la liaison qui s'était introduite est alors temporaire. Dans le pendule balistique, au contraire, une nouvelle liaison permanente est introduite au moment de la percussion : le projectile et le pendule, qui étaient d'abord indépendants, se trouvent subitement liés l'un à l'autre d'une manière invariable.

» On peut toujours choisir les variables $q_1, q_2, \ldots, q_k$, de telle façon que

les liaisons nouvelles qui sont introduites brusquement et qui produisent le choc soient exprimées par les équations

$$(1) \qquad q_{n+1} = 0, \qquad q_{n+2} = 0, \qquad \ldots, \qquad q_k = 0,$$

n étant un certain entier moindre que k.

» Après le choc, ces variables $q_{n+1}, \ldots, q_k$ cesseront d'être nulles si les liaisons introduites sont temporaires; elles resteront nulles si ces liaisons sont permanentes.

» Pour obtenir un déplacement virtuel du système compatible avec les liaisons qui ont lieu déjà avant le choc, il suffit de donner à $q_1, q_2, \ldots, q_k$ des variations arbitraires $\delta q_1, \delta q_2, \ldots, \delta q_k$; mais, si l'on veut de plus que le déplacement soit compatible avec les liaisons nouvelles brusquement introduites, il faudra, d'après les équations (1), prendre

$$(2) \qquad \delta q_{n+1} = 0, \qquad \delta q_{n+2} = 0, \qquad \ldots, \qquad \delta q_k = 0,$$

$\delta q_1, \delta q_2, \ldots, \delta q_n$ restant arbitraires.

» III. Les équations du mouvement du système pendant le temps $t_1 - t_0$ sont, d'après le principe de d'Alembert et la transformation de Lagrange, résumées par la formule

$$(3) \qquad \sum_{i=1}^{i=k} \left[\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial q'_i}\right) - \frac{\partial \mathrm{T}}{\partial q_i} \right] \delta q_i = \sum_{i=1}^{i=k} \mathrm{Q}_i \, \delta q_i.$$

» Si les δq_i sont arbitraires, le second membre, qui représente la somme des travaux virtuels des forces appliquées au système, contient les forces de liaison provenant des liaisons nouvellement introduites; mais on éliminera ces dernières forces de liaison en considérant un déplacement virtuel compatible avec toutes les liaisons qui ont lieu au moment de la percussion, c'est-à-dire en supposant $\delta q_1, \delta q_2, \ldots, \delta q_n$ *arbitraires*, δq_{n+1}, $\delta q_{n+2}, \ldots, \delta q_k$ *nuls*. L'équation (3) se décompose alors en les n suivantes

$$(4) \qquad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial q'_i}\right) - \frac{\partial \mathrm{T}}{\partial q_i} = \mathrm{Q}_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

où ne figure plus aucune force de liaison. Comme les variations brusques de vitesses sont produites par les seules forces de liaison, qui sont devenues très grandes pendant le temps très court $t_1 - t_0$, les quantités Q_1, $\mathrm{Q}_2, \ldots, \mathrm{Q}_n$ qui proviennent uniquement des forces ordinaires directement appliquées, telles que la pesanteur, etc., restent finies pendant le temps

$t_1 - t_0$; les quantités $\frac{\partial T}{\partial q_i}$ restent également finies. Si donc on multiplie par dt les deux membres de la relation (4) et si l'on intègre de t_0 à t_1, les intégrales provenant de $\frac{\partial T}{\partial q_i}$ et Q_i sont négligeables et l'on obtient les n équations

$$(5) \qquad \left(\frac{\partial T}{\partial q'_i}\right)_1 - \left(\frac{\partial T}{\partial q'_i}\right)_0 = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

linéaires et homogènes par rapport aux k différences

$$(q'_1)_1 - (q'_1)_0, \quad (q'_2)_1 - (q'_2)_0, \quad \ldots, \quad (q'_k)_1 - (q'_k)_0.$$

» Dans ces équations (5), $q_1, q_2, \ldots, q_k$ ont les valeurs qui correspondent à l'instant de la percussion, de sorte que $q_{n+1}, q_{n+2} \ldots, q_k$ sont nuls; mais il faut bien remarquer que les dérivées $q'_{n+1}, q'_{n+2}, \ldots, q'_k$ ne sont pas nécessairement nulles ni avant, ni après la percussion; elles seraient nulles *après* dans le cas particulier où les liaisons introduites seraient permanentes, car alors $q_{n+1}, q_{n+2}, \ldots, q_k$ resteraient nuls. Dans ce cas particulier, les n équations linéaires (5) donneraient

$$(q'_1)_1, \quad (q'_2)_1, \quad \ldots, \quad (q'_n)_1,$$

c'est-à-dire détermineraient complètement l'état des vitesses après la percussion. En dehors de ce cas particulier, on n'a que n équations pour déterminer k inconnues,

$$(q'_1)_1, \quad (q'_2)_1, \quad \ldots, \quad (q'_k)_1;$$

il faudra alors, comme dans le choc des corps semi-élastiques, faire des hypothèses particulières sur ce qui se passe après le choc.

» Lorsque les liaisons brusquement introduites sont permanentes, on déduit facilement des relations (5) le théorème de Carnot sur la force vive perdue.

» IV. Si l'on se place dans le cas plus général où, à un instant donné t_0, on introduit brusquement des liaisons nouvelles, en faisant agir en même temps sur le système des percussions ou impulsions données, les intégrales $\int_{t_0}^{t_1} Q_i\,dt, (i = 1, 2, \ldots, n)$ ne sont plus nulles : elles ont des valeurs P_i telles que

$$P_1 \delta q_1 + P_2 \delta q_2 + \ldots + P_n \delta q_n$$

représente la somme des travaux des percussions données pour un déplacement virtuel compatible avec toutes les liaisons qui ont lieu à l'instant considéré. Nous n'indiquerons pas ici les modifications, faciles à trouver, que subiraient les formules, si l'on ne supposait pas les équations des nouvelles liaisons réduites à la forme simple (1). »

HYDRODYNAMIQUE. — *Calcul théorique de la contraction inférieure, dans les déversoirs en mince paroi à nappe libre en dessous, quand cette contraction atteint ses plus grandes valeurs, et vérifications expérimentales;* par M. **J. Boussinesq.**

« I. Il nous reste à étudier ce genre de déversoirs ([1]), analogue à l'ajutage rentrant de Borda, et pour lequel se transforme en égalité une certaine inégalité propre à fournir, dans les déversoirs à mince paroi sans contraction latérale, une limite supérieure de la contraction de fond c. On obtient l'inégalité dont il s'agit en appliquant, pour un instant dt et suivant une horizontale dirigée d'amont en aval, le principe des quantités de mouvement, à toute la masse fluide actuellement animée de vitesses sensibles à l'amont de la section contractée.

» Il n'y a qu'à suivre exactement la marche indiquée dans ma Note du 24 octobre 1887 (*Comptes rendus,* t. CV, p. 698) où, pour la première fois, j'ai abordé ce problème, sauf toutefois à y tenir compte, sans qu'il en résulte aucune complication, du petit angle β que font avec l'horizon les pressions exercées sur la section contractée et les vitesses V des filets fluides qui la traversent. Quel que soit le profil, droit ou courbe, de la paroi, pourvu que les filets liquides y stationnent ou y glissent *sans tourbillonner* (de manière à éviter les grandes pertes de charge), l'équation obtenue sera

$$(10)\qquad \tfrac{1}{2}\rho g h^2(1+2f) = \rho g \eta \cos\beta\left[(h-\varepsilon)(1+k) - \tfrac{1}{2}\eta\cos\beta\right].$$

» Le terme $\rho g h^2 f$, essentiellement positif, y désigne la diminution totale, due au mouvement, de la résistance que le barrage exerce sur l'unité de largeur de la masse fluide, diminution ne s'annulant à fort peu près que lorsqu'elle se trouve constituée par de simples frottements, c'est-à-dire dans le cas limite, dont il va être question, où la seule paroi à consi-

---

([1]) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 1415.

dérer contre laquelle s'observent des vitesses sensibles est horizontale. En remplaçant, dans cette équation (10), ε par hc, puis $\eta \cos\beta$ par sa valeur tirée de la seconde (2), il vient, grâce à des réductions évidentes, la relation

$$(11) \qquad 1 + 2f = (1 - c)^2 (1 - k)(1 + k)^3;$$

d'où résulte enfin l'inégalité cherchée, transformable en égalité quand f s'annule,

$$(12) \qquad (1 - c)^2 (1 - k)(1 + k)^3 \geqq 1.$$

» Substituons-y $1 - 2c$ à $(1 - c)^2$, d'après notre observation générale sur la convenance de négliger dans toute cette analyse les termes non linéaires en c ou en β; et nous aurons, pour le cas limite $f = 0$ d'une contraction c la plus grande possible, auquel nous voulons nous borner,

$$(13) \qquad c = \frac{1}{2} - \frac{1}{2(1 - k)(1 + k)^3}.$$

» II. Quand le déversoir cesse d'être noyé, k reçoit la valeur (4), réductible ici à $k_0 = 0,46854$, puisque la quantité à évaluer c, étant déjà du *premier* ordre de petitesse, n'a besoin d'être obtenue qu'à une première approximation. L'on trouve ainsi

$$(14) \qquad c = 0,203 \quad \text{ou} \quad c = \frac{1}{5} \text{ environ}.$$

» L'observation a donné à M. Bazin, comme nous l'avons vu plus haut, $c = 0,188$, c'est-à-dire 7 pour 100 seulement de moins que la limite supérieure 0,203, et cependant la plaque horizontale, tournée vers l'amont, dont il avait armé supérieurement son déversoir vertical (de $1^m,135$ de hauteur), n'offrait qu'une largeur de $0^m,15$, bien petite par rapport à la plus faible hauteur de charge $h = 0^m,25$ qui ait été expérimentée. M. Bazin avait réduit cette largeur à une fraction de h, pour éviter le choc de la nappe déversante (dans sa chute) contre l'arête d'aval supérieure du barrage; inconvénient qui, à la condition de maintenir de l'air sous la nappe ou d'éviter l'adhérence de celle-ci au plan horizontal, n'aurait peut-être pas rendu beaucoup plus difficile l'observation du relèvement ε, d'ailleurs indépendant d'un tel choc, selon toute probabilité [1].

---

[1] Pour les déversoirs faisant, à partir de leur crête, avec une horizontale dirigée vers l'amont, des angles de 45°, 90°, 135°, c'est-à-dire respectivement les $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{4}$, $\frac{3}{4}$ des

» Mais appliquons la relation (13) au cas plus général où, le déversoir étant noyé en dessus, le rapport K de h' à h, toujours moindre que 1, se trouve compris entre sa limite inférieure, correspondant au débit maximum ou au déversoir non noyé, et la limite supérieure, inconnue, pour laquelle disparaîtrait entièrement, sous l'envahissement de l'eau d'aval, la surface libre (partout admise ici) du dessous de la nappe déversante. Comme on a sensiblement, d'après la première relation (2), $k^2 = 1 - K$ et, par suite, en prenant K pour variable indépendante, $2kk' = -1$, la différentiation de (13) donne

$$(15) \qquad c' = \frac{2k-1}{2k(1-k)^2(1+k)^4}.$$

» Au moment où le déversoir cesse d'être noyé et où k est voisin de k_0, le dénominateur peut s'évaluer en remplaçant k par $k_0 = 0,46854$: l'on trouve ainsi, tous calculs faits, $c' = (0,8123)(2k-1)$. Mais le numérateur, $2k-1$, est assez voisin de zéro pour qu'il faille y tenir compte du petit écart $k - k_0$, égal, d'après (4), à $0,2027c'$; et l'équation (15) devient $c' = -0,0511 + 0,3292\, c'$. On en déduit enfin

$$(16) \qquad c' = -0,0762 \qquad \text{ou, environ,} \qquad c' = -\tfrac{1}{13}.$$

» Telle est donc la valeur de la dérivée c', qu'il faut joindre à la précédente de c, 0,203, quand le *déversoir rentrant* cesse d'être noyé. Alors les formules (4), (6) et la première (5) deviennent

$$(17) \qquad k = 0,4531, \qquad m = 0,3628, \qquad \frac{\eta}{h} = 0,6365.$$

» Au lieu des deux derniers nombres 0,3628 et 0,6365, M. Bazin a trouvé 0,378 et 0,612, mais sur le déversoir qui lui avait donné $c = 0,188$ et non $c = 0,203$. Ces résultats diffèrent assez peu, comme on voit, des précédents, fournis uniquement par la théorie et qui se rapportent à un cas idéal voisin du cas observé.

» III. Le coefficient c de contraction atteignant ici sa plus forte valeur 0,2, très comparable à l'unité, on doit craindre que la suppression des

---

180° que fait avec la même horizontale notre *déversoir rentrant*, nous avons vu que les valeurs de c étaient 0,041, 0,112, 0,159, fractions assez peu différentes des $\frac{1}{4}, \frac{2}{4}, \frac{3}{4}$ du maximum actuel 0,203, lesquels seraient 0,051, 0,101, 0,152. On pourrait donc admettre, sans très grande erreur, la proportionnalité de la contraction c inférieure, à l'angle du barrage avec le plan horizontal émané de sa crête vers l'amont.

termes de l'ordre de c^2 n'ait altéré les formules d'une manière sensible. Il y a donc lieu de faire directement le calcul du maximum de q ou de m, sans négliger aucune puissance de c; ce qui est facile, puisque, d'une part, d'après la dernière formule (2) prise avec $\cos\beta = 1$, l'on a

$$m = f(k)(1-c)^{\frac{3}{2}} = (1-c)^{\frac{3}{2}}(k+k^2)\log\frac{1}{k},$$

et que, d'autre part, la formule (12), devenue une égalité, donne

$$(18) \qquad 1 - c = (1-k)^{-\frac{1}{2}}(1+k)^{-\frac{3}{2}}.$$

Il vient donc, par l'élimination de $1 - c$,

$$(19) \qquad m = f(k)(1-k)^{-\frac{3}{4}}(1+k)^{-\frac{9}{4}} = k(1-k)^{-\frac{3}{4}}(1+k)^{-\frac{5}{4}}\log\frac{1}{k}.$$

» Pour obtenir le maximum cherché, il suffit évidemment d'annuler la dérivée de m (ou mieux celle de $\log m$) par rapport à k. L'on a ainsi, toutes réductions faites, l'équation

$$(20) \qquad \log\frac{1}{k} = \frac{1-k^2}{1-\frac{k}{2}+k^2}.$$

» Sa racine est $k = 0,4332$, un peu inférieure, comme on voit, à la valeur précédente (17), cependant encore approchée, $k = 0,4531$. Il en résulte $f(k) = 0,5194$, au lieu du maximum absolu $f(k_0) = 0,5216$, que nous avions admis et qui revient presque au même. Mais l'expression de $(1-c)^{\frac{3}{2}}$, égale à 0,6811 d'après (18), diffère un peu plus de la valeur approchée $1 - \frac{3}{2}c = 1 - \frac{3}{2}(0,203) = 0,6955$; et il en résulte $m = 0,3538$, au lieu de la valeur (17), qui est 0,3628. Enfin, l'expression théorique de $\frac{\eta}{h}$, savoir $(1-k^2)(1-c)$, prend actuellement la forme simple $\sqrt{\frac{1-k}{1+k}}$ et a pour valeur 0,6289, au lieu de 0,6365, donnée par (17).

» En résumé, malgré la grandeur exceptionnelle de c, $\frac{1}{5}$ environ, les formules obtenues ci-dessus en négligeant partout les termes de l'ordre de c^2 sont encore passablement satisfaisantes, eu égard surtout aux larges et incessantes fluctuations de l'écoulement qui paraissent inévitables dans ces cas de forte contraction inférieure et y limitent beaucoup la précision des mesures. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Formation des phosphates naturels d'alumine et de fer. — Phénomènes de la fossilisation;* par M. **Armand Gautier.**

« J'ai montré qu'au contact du phosphate d'ammoniaque, le calcaire se transforme en phosphates de chaux bibasique et tribasique, et que tel est le mode de genèse des phosphorites ([1]). Que ce phosphate d'ammoniaque ait pour origine la décomposition bactérienne et l'oxydation des matières animales ou végétales azotées, ou bien qu'il provienne originairement du phosphore des roches ignées et de l'ammoniaque qui dérive des réactions des éléments du noyau central (on sait que l'ammoniaque, le chlorhydrate et le sulfate d'ammoniaque accompagnent toujours les éruptions volcaniques), ce phosphate d'ammoniaque, dès qu'il est dissous par les eaux, attaque les oxydes et les carbonates qu'il rencontre. Ainsi se forment non seulement les phosphates de chaux des phosphorites, mais ceux d'alumine, de cuivre et de fer.

» *Formation des phosphates d'alumine.* — C'est grâce à l'action du phosphate d'ammoniaque, résultant de la destruction d'un banc de guano dont on voit encore les traces, sur une couche sous-jacente d'hydrargilite, que s'est produite, dans la grotte de Minerve, la minervite $P^2O^5, Al^2O^3, 7H^2O$ que j'y ai découverte ([2]).

» C'est par le même mécanisme que se sont formés les phosphates d'alumine mélangés aux phosphates de chaux signalés dans la petite île d'*Alta Vala* près de San Domingo, dans celle de *Redonda* (Mexique) et dans celle du *Commandeur* (Guyane), îles à guano où les produits ammoniacaux provenant du lavage de cette substance ont attaqué et phosphatisé les roches sous-jacentes ([3]).

» Il m'a été facile de reproduire ces faits expérimentalement. J'ai délayé 15^{gr} environ d'alumine à l'état de précipité gélatineux dans une solution étendue du double de la quantité de phosphate d'ammoniaque ordinaire nécessaire pour produire le phosphate neutre $(PO^4)^2Al^2$. J'ai laissé ce mélange à l'air, à 30°, jusqu'à dessiccation; j'ai repris par l'eau le résidu, et,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVI; p. 1274.

([2]) *Ibid.*, t. CXVI; p. 1173.

([3]) Les récifs coraliens sont souvent attaqués sur une grande épaisseur par les produits de lavage des guanos.

après lavage complet, je l'ai dissous dans l'acide chlorhydrique et précipité à froid par l'acétate sodique en excès. Je me suis ainsi assuré que *toute l'alumine* employée avait disparu, transformée en un phosphate d'alumine confusément cristallin formé de lamelles triangulaires et de petits prismes courts insolubles dans l'eau. L'analyse de cette substance, après qu'elle a été dissoute, précipitée et séchée dans le vide, conduit à la formule $P^2O^5, Al^2O^3, 7H^2O$ (¹). On remarquera que la minervite répond exactement à cette composition.

» L'argile elle-même paraît accessible à l'action du phosphate d'ammoniaque. On a chauffé à 85° environ, pour hâter la réaction, et dans un ballon ouvert, 11^{gr},5 de kaolin avec 18^{gr},5 de phosphate d'ammoniaque $PO^4(AzH^3)^2H$. Après quatre-vingt-dix heures on arrête la réaction, on lave à l'eau bouillante, reprend le résidu par de l'acide chlorhydrique faible, et précipite la partie qui est entrée en solution par de l'acétate de soude en excès. On obtient ainsi 0^{gr},62 de phosphate d'alumine contenant un léger excès d'alumine.

» Au contraire, il ne se fait pas de phosphate d'alumine par digestion de l'argile à froid ou à chaud avec le phosphate bibasique de chaux.

» Les faits précédents expliquent ce qui se produit dans le sol arable, partout où la matière azotée est soumise à l'action des ferments bactériens. L'acide phosphorique, celui qui préexistait dans les matières en décomposition, comme celui qui se forme par oxydation de leur phosphore, passe à l'état de phosphate d'ammoniaque qui, au contact des éléments du sol, donne du phosphate de chaux et de petites quantités de phosphate d'alumine. La facile solubilité de ce dernier sel dans les lessives alcalines faibles permet de s'assurer de sa présence dans le sol. Voici, comme exemples, deux dosages d'acide phosphorique à l'état de phosphates calcique et alumineux, faits sur deux terres fort dissemblables :

	Terre calcaire de Grignon sans engrais.	Terre de la Limagne d'Auvergne sans engrais.
	gr	gr
P^2O^5 total	0,069	0,216
P^2O^5 uni à la chaux	0,061	0,209
P^2O^5 uni à l'alumine	0,008	0,007

pour 100 parties de terres séchées à l'air.

(¹) On a trouvé : eau pour 100 de phosphate d'alumine anhydre : 51,4 au lieu de 51,6, nombre théorique.

» On sait que le phosphate d'alumine est soluble en présence de l'ammoniaque dans le tartrate, et le citrate d'ammoniaque. Nous avons aussi reconnu qu'il est un peu dissous par le phosphate d'ammoniaque ammoniacal, mais qu'il l'est très facilement dans le lactate d'ammoniaque, surtout ammoniacal, l'un des produits importants de la fermentation bactérienne. Cette solubilité dans les produits de fermentation des fumiers et du terreau assure la facile assimilation de ce phosphate par les plantes.

» *Formation des phosphates de fer.* — Je me suis assuré qu'au contact du carbonate ferreux dissous dans l'eau carbonique, ou de la sidérose en poudre fine, le phosphate d'ammoniaque donne aussi, quoique très lentement, du phosphate ferreux. C'est là très certainement l'une des origines, la principale peut-être, de la vivianite $(PO^4)Fe^3$, $8H^2O$ et de la dufrénite (phosphate ferrosoferrique hydraté), substances signalées dans des terrains d'origine ignée et dans des filons métallifères, aussi bien que dans des coquilles, des os fossiles, et jusque dans la vase des marais.

» L'expérience suivante montre le mécanisme de ces formations. J'ai pris 8^{gr} de sidérose cristallisée des Pyrénées, que j'ai très finement pulvérisée, mise en suspension dans de l'eau bouillie et additionnée d'un excès de phosphate d'ammoniaque. J'ai chauffé le tout dans un ballon, ouvert seulement par un tube effilé, durant deux cent-dix heures, à la température de 83°. Il se dégage dès le début, et jusqu'à la fin, mais très lentement, de l'acide carbonique et de l'ammoniaque. J'ai recueilli et lavé rapidement la matière insoluble, presque blanche, restée dans le ballon (elle tend à verdir très vite à l'air en s'oxydant) et je l'ai séchée dans le vide. Elle est formée de très petites aiguilles microscopiques et répond à la composition $(PO^4)^2Fe^3$, $6H^2O$.

	Trouvé.	Théorie pour $(PO^4)^2Fe^3, 6H^2O$.
Eau	22,31	23,17
P^2O^5	30,69	30,47
Fe	36,12	36,05
CO^2	0,37	»
O par différence	10,51	10,30

» La presque totalité de la sidérose a donc été transformée, à 83°, par le phosphate d'ammoniaque, en phosphate ferreux $(PO^4)^2Fe^3, 6H^2O$. On sait que la vivianite blanche ou verdâtre, la plus pure, répond à la formule $(PO^4)^2Fe^3, 8H^2O$. La température plus basse, sans doute que cela n'a eu lieu dans notre expérience de synthèse, à laquelle cette substance se forme généralement dans la nature, explique la différence des 2 molécules d'eau.

» *Fossilisation*. — C'est ici le lieu de faire une remarque qui nous permettra d'expliquer quelques-uns des phénomènes les plus obscurs de la fossilisation.

» Lorsqu'un poisson, un molusque, un acéphale, un oursin, une éponge, etc., laissent leur dépouille dans le sol ou dans la vase des eaux, les phénomènes de putréfaction ne tardent pas à se produire. Si les tissus sont mous, l'ammoniaque, les hydrogènes sulfuré et phosphoré, l'acide carbonique et divers autres produits solubles se dissipent bientôt entraînés par les eaux ambiantes. Il n'en est plus de même si la matière fermentescible fait partie d'un tissu solide peu altérable : os, cheveux, carapaces, coquilles, enveloppes chitineuses, etc., dont les substances organiques azotées : osséine, kératine, chitine, spongine, conchyoline, ne fermentent qu'avec grande difficulté. Durant des mois et des années la matière reste sensiblement alcaline, grâce à une lente formation d'ammoniaque, de ptomaïnes, de corps amidés, etc., en même temps qu'elle est légèrement sulfhydrique. Que des eaux tenant en dissolution du bicarbonate de chaux, de fer, de cuivre, ou du phosphate bibasique de chaux viennent à son contact, et le phénomène de la fossilisation commence. Dans la trame des tissus en puissance d'alcalinité, le bicarbonate de chaux ou de fer déposera du calcaire ou de la sidérose; le phosphate bibasique de chaux se précipitera sous forme de phosphate tribasique. L'hydrogène sulfuré ou les sulfures solubles produiront du sulfure de fer FeS au contact des eaux ferrugineuses. Mais là ne s'arrête pas le phénomène de la fossilisation : des substances ainsi produites, les unes sont solubles dans l'acide carbonique des eaux ambiantes et peuvent, après s'être déposées, disparaître à leur tour; tels sont les carbonates et phosphates de chaux. Les autres sont insolubles, le sulfure de fer par exemple. Il reste donc là où il s'est formé, ou plutôt, si l'hydrogène sulfuré continue à se produire lentement dans le milieu où est plongé le fossile, si en même temps intervient l'oxygène dissous par les eaux, le protosulfure de fer pourra se transformer en pyrite :

$$FeS + H^2S + O = FeS^2 + H^2O$$

et

$$2H^2S + CO^3Fe + O = FeS^2 + 2H^2O + CO^2.$$

» Cette production de sulfure de fer se poursuivra donc si les oxydes et carbonate de fer arrivent, en même temps que l'air dissous, au contact des albuminoïdes, toujours sulfurés, en train de se putréfier. Aussi rencontre-t-on le protosulfure de fer et la pyrite, dans la vase des marais, dans les

terrains provenant d'anciens dépôts riches en débris animaux ou végétaux, et jusque dans le sous-sol des grandes villes. Une fois les premiers cristaux de pyrite formés, ils servent de centre d'attraction et se nourrissent, pour ainsi dire, dans ce milieu qui leur apporte lentement les éléments de leur substance, à savoir les sels ferreux, l'air et l'hydrogène sulfuré. C'est par ce mécanisme que, dans les ammonites fossiles, par exemple, se produit ce curieux phénomène de la substitution à la conchyoline et seulement à elle, d'une couche brillante de pyrite cristalline qui borde les spires élégantes de la coquille et remplace partout où elle existait cette substance organique sulfurée ([1]).

» Grâce à son insolubilité absolue, une fois formée cette pyrite reste en place. Il n'en est plus de même des carbonate, phosphate ou silicate de chaux, ou du mélange de ces espèces minérales. Solubles dans les eaux chargées d'acide carbonique ([2]), elles traversent lentement, par dialyse, les membranes et cellules plus ou moins fossilisées de l'animal et se précipitent partout où elles rencontrent un milieu faiblement alcalinisé grâce à la décomposition lente de la matière organique azotée. Elles s'y déposent à l'état cristallin ou amorphe, suivant leur nature, et servent alors de centre d'attraction aux substances de même espèce. Mais même après qu'elles ont été précipitées, quelquefois côte à côte, grâce à leur perméabilité et à leur faible solubilité dans les eaux ambiantes, le phénomène de la fossilisation se continue. Substituées d'abord à la matière animale en décomposition, ces substances peuvent disparaître ensuite suivant l'ordre de leur solubilité dans l'eau chargée d'acide carbonique; le calcaire d'abord, à moins que les eaux du sol n'en soient saturées, les phosphates ensuite, enfin, et très lentement, la silice qui, de beaucoup la plus insoluble, finit par rester presque exclusivement (alors même qu'elle ne se serait pas déposée seule au début), si la fossilisation se continue durant des siècles. De là l'enrichissement relatif des couches géologiques qui contiennent ces

---

([1]) Les auteurs n'indiquent pas la présence du soufre dans la conchyoline. Mais l'observation des faits que j'expose ici m'a fait admettre *a priori,* et trouver, en effet, le soufre dans cette substance qui s'éloigne très sensiblement des albuminoïdes. Cent parties de conchyoline pure extraite du *Cardium edule* m'ont donné 1,69 de soufre.

([2]) On sait, depuis Berzélius et Dumas, que le phosphate tribasique de chaux et l'apatite elle-même sont un peu solubles dans l'eau chargée d'acide carbonique. Ces phosphates se précipitent, au contraire, dès que l'on sature leurs solutions d'ammoniaque.

fossiles, et des fossiles eux-mêmes, tantôt en phosphate, tantôt en silice, suivant la nature du terrain et des eaux souterraines; grâce aussi au temps, les substances les plus insolubles tendent toujours à devenir prépondérantes. De là l'accumulation de ces deux dernières substances dans certaines couches si les conditions sont favorables à cet enrichissement.

» La formation simultanée de l'ammoniaque, de l'hydrogène sulfuré et des autres produits de la fermentation bactérienne lente, avec intervention de l'air dissous dans les eaux, entraîne donc généralement, dans les terrains à la fois calcaires et ferrugineux, la production simultanée des phosphates de chaux et de la pyrite. Aussi voyons-nous ces deux substances s'accompagner souvent l'une l'autre, témoins les gisements de phosphorites des sables verts du Pas-de-Calais et des Ardennes, où les lits et rognons de phosphates sont encadrés dans des couches riches en pyrite de fer. »

Note de M. **Daubrée** *accompagnant la présentation, au nom des auteurs, de la Carte géologique de la Russie d'Europe.*

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la Carte géologique de la Russie d'Europe, au nom des principaux auteurs de cette œuvre, MM. Karpinsky, Nikitin, Tschernyschew, Sokolow et Michalski.

» Dix ans s'étant écoulés depuis l'institution du Comité géologique, les membres de ce Comité ont désiré couronner la première période décennale de leurs travaux par une œuvre commune, relative à l'objet de leurs études.

» La première Carte géologique proprement dite de la Russie est due à Helmersen [1]. Murchison, avec l'utile collaboration de de Verneuil, qu'il serait bien injuste d'oublier, dans l'exécution de cette grande œuvre, publia, en 1845, une Carte qui donnait un tableau général de la constitution géologique de la Russie d'Europe; l'échelle en était à $\frac{1}{6.300.000}$. Plus tard, en 1865, Helmersen fit paraître une seconde édition de cette Carte; puis une troisième édition en 1873; les importantes études si pleines d'intérêt d'Abich sur l'Arménie y furent mises à profit. Jusqu'à ce jour, il n'existait aucune autre Carte générale de la Russie d'Europe.

» Dès que le Comité géologique entra en fonction, il considéra natu-

---

(1) La Carte publiée en 1824 par le savant anglais Strangways avait principalement un caractère pétrographique.

rellement comme un de ses premiers devoirs de dresser une Carte géologique du pays dont l'étude lui était confiée. On adopta l'échelle de $\frac{1}{420.000}$, c'est-à-dire la même que celle de la Carte topographique la plus détaillée que l'on possède pour toute la Russie d'Europe. L'exécution de cette Carte, qui formera environ 150 feuilles, exigera beaucoup de temps. Déjà les explorations faites par les soins du Comité, ainsi que par l'intermédiaire des institutions et des personnes qui ont prêté leurs concours, embrassent plus d'un quart de la superficie du pays.

» Par suite de ces premiers travaux, on est parvenu à recueillir des données en grande partie inédites, qui ont permis, sans plus attendre, de dresser une nouvelle *Carte d'ensemble* d'une dimension plus grande que celles qu'on possédait jusqu'à présent.

» L'Administration centrale des Mines de Russie, c'est-à-dire le Département des Mines, dont le nom est lié à toute grande entreprise géologique, a prêté son appui à la publication de cette Carte; non seulement il a fourni les fonds nécessaires, mais aussi il a mis en mesure de combler certaines lacunes par des explorations dans un certain nombre de localités.

» Comme base topographique, on a adopté la Carte publiée à l'échelle de $\frac{1}{2.250.000}$ par l'établissement cartographique de M. Iline. Outre les noms des villes et des grands fleuves, les auteurs de la Carte ont ajouté, autant que possible, les dénominations de plusieurs points particulièrement importants au point de vue géologique.

» Quarante-cinq notations distinctes servent à représenter les diverses subdivisions géologiques; le nombre des couleurs est quelque peu inférieur à ce chiffre, parce qu'on a fait en outre usage de signes caractéristiques.

» La Russie est couverte presque en totalité de dépôts post-tertiaires (formation glaciaires, loess et limon), dont la représentation aurait donné lieu à un aspect monotone. Aussi a-t-on fait abstraction de presque tous, se réservant de figurer seulement, sans nuire à la clarté, ceux dont l'indication a de l'importance. Telle est la *limite de l'extension des blocs erratiques* qu'il ne faut pas confondre, disent les auteurs, ni avec celle des dépôts morainiques proprement dits, ni avec la limite extrême de l'extension des nappes glaciaires. Tels sont aussi les dépôts, également quaternaires, des grandes *transgressions marines;* la *Caspienne* s'étendant à 1000^{km} au nord de la mer actuelle et la *boréale* atteignant à 700^{km} au sud de la mer Glaciale.

» Je ne parlerai pas des faits nouveaux relatifs aux autres divisions géologiques que présente la Carte; on en trouvera l'indication dans une Note explicative destinée à ce but.

» Toutes les couleurs adoptées se rapprochent de celles qui sont en usage. Elles sont graduées de manière à donner à la Carte une coloration agréable, en même temps que beaucoup de clarté. La Finlande, l'Oural, le Caucase et la Transcaucasie ressortent très nettement au milieu des superpositions des terrains stratifiés.

» Par cette belle publication, le Comité géologique de Russie a rendu à la Science un important service, dont lui seront reconnaissants tous les géologues, non seulement de la Russie, mais aussi de l'étranger. »

M. **H. Poincaré** fait hommage à l'Académie des deux Ouvrages suivants :

1° « Théorie des tourbillons » (Paris, G. Carré, 1893). Ce volume contient les leçons professées à la Sorbonne par l'auteur pendant le deuxième semestre 1891-92, sur les théories hydrodynamiques de M. Helmholtz et leurs relations avec les lois des actions électrodynamiques.

2° « Les Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste », tome II, 2e fascicule (Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893). Ce fascicule commence par l'exposition d'un procédé nouveau pour former directement les séries qui satisfont aux équations différentielles de la dynamique, et se termine par une étude des méthodes de M. Gyldén. L'auteur, cherchant surtout à en faire comprendre l'esprit, ne s'attache pas à reproduire exactement la marche suivie par l'astronome suédois. La théorie de l'équation linéaire :

$$\frac{d^2x}{dt^2} = x(-q^2 + q_1 \cos 2t),$$

dont notre confrère M. Tisserand s'est récemment occupé, fait l'objet d'un assez long Chapitre.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Gravier** soumet au jugement de l'Académie une Note « Sur la formation des orages ».

(Commissaires : MM. Faye, Mascart.)

M. **Bordes-Pagès Gabriel** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Extension du théorème de Sturm aux équations non entières. Formation en déterminant des fonctions de la suite de Sturm ».

(Commissaires : MM. Picard, Appell.)

M. **Lacroix** adresse une Note relative à différents fossiles qu'il a recueillis dans les terrains tertiaires du département du Tarn.

(Commissaires : MM. Daubrée, Gaudry.)

M. **J. Merley** adresse une Note intitulée : « Sur une nouvelle méthode de direction des aérostats par la rotation ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. **Nordenskiold**, élu Associé étranger, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Rowland**, nommé Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remercîments à l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète Charlois* (1893 Z), *faites à l'équatorial de 14 pouces de l'observatoire de Bordeaux;* par M. **L. Picart**, présentées par M. Tisserand.

Dates 1893.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s					
Juin 2....	10. 2.29,4	14.26.40,18	$+\bar{2},642$	106°.27′.36″,4	−0,892	1	L. Picart
5....	9.51.42,3	14.25. 9,18	$+\bar{2},602$	106.21.30,5	−0,891	2	L. Picart
8....	9.31.12,7	14.23.48,59	$+\bar{2},433$	106.15.56,2	−0,891	3	L. Picart

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1893,0.

Étoiles.	Catalogues et autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
1...	Argelander-OEltzen, 13693. Annales de l'observatoire de Bordeaux (2 obs.)	$14^h 25^m 20^s,02$	$+1^s,85$	$106° 27' 6'',8$	$+14'',62$
2...	Argelander-OEltzen, 13727. Annales de l'observatoire de Bordeaux (2 obs.)	14.28. 8,82	+1,86	106.20.55,5	+14,59
3...	Argelander-OEltzen, 13696. Annales de l'observatoire de Bordeaux (2 obs.)	14.25.39,70	+1,85	106.19.40,2	+14,60

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le module maximum que puisse atteindre un déterminant.* Note de M. **Hadamard**, présentée par M. Darboux.

« Sachant que, dans un déterminant d'ordre n, les éléments restent tous inférieurs en valeur absolue à une certaine quantité donnée A, on peut se demander quelle est la plus grande valeur que puisse prendre le déterminant.

» Supposons (ce qu'on peut toujours faire) $A = 1$, on voit immédiatement que le module est inférieur à $1.2\ldots n$. Mais cette limite est manifestement trop élevée.

» Je suis arrivé à démontrer que le véritable maximum est $n^{\frac{n}{2}}$. Ce maximum est atteint lorsque tous les éléments ont pour module 1 et sont proportionnels aux quantités conjuguées des mineurs correspondants; de sorte que les déterminants maximum ne sont autres que ceux que M. Sylvester (¹) a nommés *inversement orthogonaux*.

» Pour toute valeur de n, il existe au moins un pareil déterminant, savoir le déterminant de Vandermonde formé avec les racines de l'équation binôme $x^n = 1$.

» Pour $n = 3$, tout déterminant maximum se ramène à celui-là. Mais il n'en est plus de même pour les valeurs suivantes de n, et même la question comporte plus d'arbitraire que ne l'a indiqué M. Sylvester.

» Ce géomètre a en effet constaté l'existence de plusieurs déterminants maximum pour une même valeur de n dès que n est composé; mais en

---

(¹) *Philosophical Magazine*, t. XXXIV, p. 461-475; 1867.

réalité il existe dans ce cas une infinité de solutions dépendant de paramètres arbitraires. Ainsi, pour $n = 4$, le déterminant maximum le plus général peut se ramener à la forme

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & a & -a \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -a & a \end{vmatrix}$$

où a est un nombre *quelconque* de module 1.

» Tant que n n'est pas un multiple de 4, le déterminant maximum a nécessairement des éléments imaginaires. Par contre, lorsque n est une puissance de 2, il existe un déterminant maximum à éléments réels. Mais ces dernières valeurs de n ne sont pas les seules pour lesquelles le même fait se présente. J'ai formé des déterminants réels pour $n = 12$ et $n = 20$, sans avoir pu néanmoins reconnaître d'une façon certaine s'il en existe chaque fois que n est divisible par 4. »

PHYSIQUE. — *Détermination expérimentale de la constante de l'attraction universelle, ainsi que de la masse et de la densité de la Terre.* Note de M. **Alphonse Berget**, présentée par M. Tisserand.

« Je me suis proposé, dans les expériences que je vais décrire, de déterminer, par une méthode nouvelle, la constante K de l'attraction newtonienne, définie par la relation

$$f = K\frac{mm'}{r^2}.$$

» Cette constante a été déterminée en ces dernières années, à l'aide de la méthode de Cavendish, par M. Cornu, qui a réalisé un dispositif tellement précis et a effectué des mesures tellement irréprochables qu'il n'y avait plus rien à tenter dans cette voie; aussi ai-je cherché une méthode toute nouvelle dont voici le principe :

» Considérons une couche attirante d'épaisseur égale à 1, de densité ρ, répartie sur un plan indéfini : l'attraction f exercée par cette couche sur l'unité de masse est égale à

$$f = 2\pi\rho.K;$$

si l'épaisseur de la couche est e et la masse extérieure m, cette attraction est

$$f = 2\pi\rho e m . \mathrm{K}. \tag{1}$$

» Si donc nous parvenons à réaliser une couche attirante plane *indéfinie*, et si nous avons un dispositif assez sensible pour accuser son attraction f sur une masse extérieure m, nous pourrons tirer de la formule (1) la valeur de la constante K. Voici comment j'ai réalisé cette expérience :

» J'ai utilisé un lac de 32^{ha}, gracieusement mis à ma disposition par M. François de Curel : ce lac, faisant partie d'une propriété appartenant à sa famille, est situé sur le territoire de la commune de *Habay-la-Neuve* (Luxembourg belge).

» J'ai fait baisser de 1^{m} le niveau des eaux de ce lac : ainsi se trouvait donc réalisée la couche attirante infinie comprise entre deux plans parallèles. Cette dénivellation a pu se faire en quelques heures, grâce à une vanne de fond que M. de Curel a fait établir à la digue de l'étang.

» L'appareil destiné à mesurer l'attraction était un gravimètre à hydrogène; Boussingault avait autrefois utilisé cet appareil pour étudier la variation diurne de la gravité, et M. Mascart en a, récemment, fait usage dans le même but. Mais la précision du dispositif adopté par ces savants ne pouvait suffire dans le cas actuel. J'ai dû, pour mesurer la variation de la colonne mercurielle, m'adresser aux franges d'interférence dont M. Fizeau a fait, le premier, un si bel usage : j'ai produit, dans la chambre à vide, des franges d'interférence entre le niveau du mercure et le fond du tube travaillé optiquement en surface plane; j'ai pu, dans ces conditions, arriver à une sensibilité suffisante. Cet appareil, dont la réalisation a présenté de très grandes difficultés, a été construit avec beaucoup d'habileté par M. Victor Chabaud. C'était, en somme, la force élastique de l'hydrogène, maintenu à température constante, conformément au mode opératoire employé au Pavillon des Poids et Mesures, qui équilibrait une colonne de mercure dont la hauteur variait suivant qu'elle était soumise, ou non, à l'action de la masse d'eau.

» Si nous appelons d le déplacement de cette colonne, mesuré en centimètres, la formule de l'expérience est

$$\mathrm{K} = d \frac{g}{2\pi\rho e} \frac{\mathrm{S}h + 2\mathrm{V} + 2\mathrm{S}d}{\mathrm{V}h}, \tag{2}$$

où $g = 981^{\mathrm{cm}}$; e est la dénivellation produite dans le lac, ρ est la densité de

l'eau, S la section des tubes du gravimètre, V le volume du gaz, h sa force élastique au début de l'expérience.

» J'ai fait une première série de lectures, le lac ayant baissé de 50^{cm}; une seconde après une baisse de 1^{m}. Grâce à l'obligeance de M. de Curel, j'ai pu remplir de nouveau le lac en dix heures, à l'aide de deux rivières, qui, à cette époque des hautes eaux (2 avril), avaient un débit considérable, ce qui m'a permis de refaire les lectures en sens inverse. J'ai d'ailleurs retrouvé ainsi les mêmes pointés que dans les mesures primitives.

» Les séries à 50^{cm} ont donné, comme valeurs de d, mesurées à l'aide des franges et avec un oculaire micrométrique, $d = 0,63 \times 10^{-6}$ centimètres. La série à 1^{m} a fourni $d = 1,26 \times 10^{-6}$, avec une précision voisine de $\frac{1}{50}$.

» La valeur de K, déduite de l'équation (2), est alors

$$\mathbf{K = 6,80 \times 10^{-8}}$$

en unités C. G. S.

» Nous tirons de là la masse de la Terre, car on a, pour une masse μ à la surface de la Terre,

$$g\mu = K \frac{\mu M}{R^2},$$

M et R étant la masse et le rayon de la Terre. Si nous prenons $g = 981$ et $R = 6,37 \times 10^8$ centimètres, il vient

$$\mathbf{M = 5,85 \times 10^{27}} \text{ grammes.}$$

» Quant à la densité D de la Terre, elle se déduit de la formule

$$M = \tfrac{4}{3}\pi R^3 D;$$

on tire de là D, et l'on trouve

$$\mathbf{D = 5,41}\ (^1). \text{ »}$$

---

(1) Toutes les expériences préliminaires de ce travail ont été faites au laboratoire de M. Lippmann, à la Sorbonne.

PHYSIQUE. — *Sur le troisième principe de l'énergétique.* Note de M. H. Le Chatelier, présentée par M. Daubrée.

« La science de l'énergie, dont on restreint trop souvent en France l'étude à celle d'une seule de ses branches, la Thermodynamique, se résume en quelques principes généraux dont l'importance capitale est encore loin d'être reconnue comme elle devrait l'être ([1]). Ces principes sont, avec les axiomes de la Géométrie, les seules lois générales du monde physique dont nous ayons quelques raisons de considérer l'énoncé comme rigoureusement exact et l'application comme nécessairement conforme, sans aucune exception possible, à la réalité des faits. On conçoit tout l'intérêt qui s'attache à l'énoncé de semblables lois.

» L'objet de la présente Note n'est pas de formuler un principe nouveau, mais simplement de montrer qu'un certain nombre de lois bien connues, des phénomènes mécaniques, physiques et chimiques, qui étaient considérées jusqu'ici comme n'ayant aucun lien entre elles, ne sont que des cas particuliers d'un principe général qui appartient incontestablement au domaine de l'Énergétique. J'ai été conduit à cette conclusion par la généralisation d'une remarque sur la conservation de l'entropie, qui a été développée par M. G. Mouret dans son étude sur *Sadi Carnot et la science de l'énergie* (*Revue générale des Sciences,* 15 juillet 1892).

» Pour faire comprendre l'objet de ce principe, rappelons que le développement de l'énergie utilisable, de la *puissance motrice,* pour conserver l'expression de Sadi-Carnot, exige nécessairement la mise en présence de deux corps différents ou de deux états d'un même corps qui, par leur action mutuelle, tendent à produire un changement de même nature, mais

---

([1]) Si l'exactitude de la Thermodynamique prise en bloc n'est plus guère contestée aujourd'hui, il n'en est pas de même des applications particulières qui peuvent être faites de ses principes généraux aux différentes Sciences, notamment à la Chimie et la Physiologie. Dans ces deux Sciences, on n'hésite pas à poursuivre des recherches dont la réussite conduirait à la réalisation du mouvement perpétuel, telle la recherche de microbes qui puissent défaire une réaction chimique produite par d'autres microbes, par exemple de microbes ou cellules vivantes dont la seule action de présence permette la synthèse de l'urée aux dépens du carbonate d'ammoniaque et de l'eau.

de sens opposé dans chacun d'eux. Eh bien, il existe dans tous les cas une relation nécessaire entre les variations corrélatives de certaines grandeurs qui se rattachent à ces changements d'état. Ces relations nécessaires font l'objet de lois expérimentales connues qui vont être résumées rapidement.

» 1° *Loi de conservation du centre de gravité.* — Dans le déplacement de deux corps sollicités par des forces mutuelles, le produit de la masse par le déplacement est égal et de signe contraire pour chacun des deux corps

$$m\,dl = -m'\,dl';$$

» 2° *Loi de conservation du volume.* — Le volume de l'espace est invariable. Si un corps élastique change de volume, il en existe un autre qui éprouve simultanément un changement égal et de signe contraire

$$dv = -dv'.$$

» Une enceinte où il y aurait le vide absolu, pratiquement irréalisable, peut être considérée comme remplie d'un corps élastique dont la tension a décru jusqu'à s'annuler;

» 3° *Loi de conservation de la quantité du mouvement.* — Dans le choc de corps quelconques mous ou élastiques, les variations des quantités de mouvement sont égales et de signe contraire pourlesdeux corps qui se sont choqués

$$m\,\Delta l = -m'\,\Delta l';$$

» 4° *Loi de conservation de la quantité d'électricité.* — Deux corps inégalement électrisés mis en communication échangent des quantités d'électricité égales et de signe contraire

$$di = -di';$$

» 5° *Loi de conservation de la masse.* — Dans toute réaction chimique, l'accroissement de masse des corps qui se forment est égal à la diminution de masse des corps qui se détruisent

$$dm = -dm';$$

» 6° *Loi de conservation de l'entropie.* — Il n'existe pas, pour la chaleur, de loi générale correspondant aux précédentes. Dans le cas des transformations réversibles seulement, on démontre, en s'appuyant sur les deux premiers principes de la Thermodynamique, que le produit de la quantité de chaleur par une certaine fonction de la température est, pour les deux

corps en présence, égal et de signe contraire. Ce produit, qui a reçu le nom d'*entropie*, se confond pratiquement avec le quotient de la quantité de chaleur par la température mesurée d'après l'échelle du thermomètre à gaz

$$\frac{dq}{t} = -\frac{dq'}{t'}.$$

» Mais dans le cas des transformations irréversibles, l'entropie du système ne reste pas invariable, elle augmente.

» Toutes ces grandeurs variées qui ont la propriété commune de présenter des variations correspondantes égales deux à deux et de signe contraire ont encore un caractère commun qui les rattache directement à l'énergie. La puissance motrice $d\pi$ développée par un système de deux corps est précisément proportionnelle à la variation $d\mu$ des grandeurs en question

$$d\pi = k\,d\mu,$$

k étant une fonction de l'état actuel des corps en présence, fonction égale à la somme algébrique des *tensions* d'énergie des deux corps (pression par unité de surface, force par unité de masse, vitesse, tension électrique, force chimique, température)

$$d\pi = (f + f')\,d\mu = f\,d\mu\,\frac{f + f'}{f}.$$

» Cette grandeur μ est donc, avec la tension, le second facteur de l'énergie, auquel M. Ostwald a proposé de donner le nom de *capacité* d'énergie (volume, produit de la masse par le déplacement, quantité de mouvement, quantité d'électricité, masse chimique, entropie). Ce sont donc bien des grandeurs analogues qu'il est logique de rapprocher dans l'énoncé des lois qui les régissent.

» Toutes les lois rappelées ci-dessus peuvent être résumées dans cet énoncé unique : *Les capacités individuelles d'énergie d'un système isolé se conservent invariables, sauf celle de la chaleur (entropie) qui augmente dans les transformations irréversibles.* »

ÉLECTRICITÉ. — *De l'emploi du mercure dans les égaliseurs de potentiel par écoulement.* Note de M. G. **Gouré de Villemontée**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie [*Contribution à l'étude des égaliseurs de potentiel par écoulement (Comptes rendus,*

t. CXVI, p. 140)], j'ai montré la possibilité de réaliser « l'égalisation de » potentiel d'un tube et d'un récipient de même métal en faisant écouler » du récipient à travers le tube de la grenaille du métal ».

» L'expérience était disposée de manière à éviter toute déformation des corps employés au moment où les grains se détachent du récipient.

» Le travail suivant a eu pour objet de chercher si l'égalisation des potentiels peut être obtenue lorsque le corps qui s'écoule se déforme au moment où il se sépare du récipient, les autres conditions restant les mêmes.

» Un filet de mercure, extrêmement fin, s'écoule d'un entonnoir en fer et se sépare en gouttes à l'intérieur d'un tronc de pyramide formé par des couches de mercure immobiles maintenues au potentiel zéro. L'immobilité de couches de mercure verticales a été obtenue en formant par électrolyse des dépôts de mercure très minces sur des plaques de cuivre recouvertes de platine.

» L'égalité de potentiel des couches électriques qui recouvrent un bain de mercure et les dépôts électrolytiques de mercure a été vérifiée par la méthode indiquée (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 727).

» L'entonnoir, monté comme il a été dit, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 140, peut être relié à l'un des plateaux d'un condensateur formé d'un bain de mercure et d'un disque platiné recouvert d'un dépôt électrolytique de mercure, dont on évalue la charge avec un électromètre très sensible de Hankel.

» 1. On vérifie que le jeu de l'appareil ne produit aucune charge du condensateur, lorsque le mercure ne s'écoule pas.

» 2. L'entonnoir étant relié au condensateur et au sol, on fait écouler le mercure à travers un tronc de pyramide maintenu au potentiel zéro. On isole l'entonnoir et le condensateur et l'on détermine la charge

$$5^s, \quad 10^s, \quad 1^m, \quad 2^m$$

après l'isolement.

» Les résultats d'expériences faites : 1° avec du mercure neuf; 2° avec du mercure nettoyé; le poids de mercure écoulé par minute ayant été $3^{gr},7$ sont :

» 1. La charge du condensateur croît très rapidement avec la durée de l'écoulement.

» Le potentiel du réservoir, nul au début, atteint $0^{volt},008$ après cinq secondes;

» $0^{volt},4$ après une minute et dépasse cette valeur après un temps plus long.

» 2. Les potentiels fixes auxquels on peut porter le tronc de pyramide ne permettent pas d'établir sur le filet de mercure un potentiel rendant nulle la charge du condensateur.

» L'égalisation des potentiels, réalisable par écoulement d'un corps solide, est irréalisable par écoulement de mercure.

» J'ai cherché la cause de ce fait dans les phénomènes électrocapillaires corrélatifs des déformations de la surface.

» Trois nouvelles séries d'expériences ont été faites en remplaçant le mercure du réservoir et du condensateur par de la grenaille de plomb recouverte de mercure en proportion variable, de manière à former autour des grains un amalgame plus ou moins pâteux.

» *Résultats*. — 1. Le potentiel du réservoir croît d'une manière continue avec la durée de l'écoulement, lorsque les grains sont enveloppés d'un amalgame pâteux susceptible d'extension ou de déchirement.

» 2. Le potentiel du réservoir tend vers zéro lorsque l'épaisseur de l'amalgame diminue et lorsque les grains paraissent plus secs.

» *Conclusions*. — 1. L'accroissement continu du potentiel du réservoir dans les expériences faites avec le mercure est dû aux phénomènes électrocapillaires corrélatifs des modifications de la surface, lors de la formation des gouttes.

» 2. Les théorèmes établis sur l'égalisation de potentiel par écoulement de corps solides ne peuvent pas être appliqués sans modification aux liquides.

» 3. Les phénomènes électrocapillaires me paraissent être l'une des causes principales de la discordance des résultats obtenus dans la mesure de la différence de potentiel au contact des liquides : 1° par les égaliseurs de potentiel fondés sur l'écoulement; 2° par l'emploi des électromètres capillaires. Discordance attribuée à un phénomène mal défini nommé *effet de l'air*.

» Trois cas sont à distinguer dans les appareils employés pour égaliser les potentiels par l'écoulement; le corps qui s'écoule est :

» 1° *Solide*, l'égalisation des potentiels est possible;

» 2° *Liquide simple*, l'égalisation des potentiels est irréalisable;

» 3° *Liquide décomposable par l'électrolyse* (1). »

---

(1) Les expériences ont été faites au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

ÉLECTRICITÉ. — *Recherche des constantes diélectriques de quelques cristaux biaxes*. Note de M. **Ch. Borel**, présentée par M. A. Cornu.

« Il est fort peu de substances cristallisées dont les constantes diélectriques soient connues.

» MM. Romich et Nowak (1), par la méthode d'attraction; M. J. Curie (2), par la méthode du condensateur plan, ont déterminé les constantes diélectriques de trois substances cubiques (alun, sel gemme, fluorine), et les constantes principales de quatre substances uniaxes (calcite, quartz, tourmaline, béryl). M. Boltzmann (3) a déterminé les constantes diélectriques du soufre rhombique, et c'est la seule substance biaxe dont on connaisse les trois constantes principales.

» J'ai cherché à combler cette lacune, en étudiant un certain nombre de substances biaxes, et je suis parvenu à mesurer les constantes principales de cinq substances rhombiques et de dix substances clinorhombiques.

» A cet effet, après avoir taillé des sphères de ces différents cristaux, j'ai soumis chaque sphère aux observations suivantes :

» 1° Détermination des axes de polarisation et mesure des durées d'oscillation dans un champ électrique uniforme.

» 2° Mesure de l'attraction suivant chaque axe de polarisation.

» Les appareils, dont je me suis servi, sont, en principe, ceux de M. E. Root (4) pour les oscillations, et de M. Boltzmann pour les attractions. Ils en diffèrent par quelques détails; ainsi, la balance bifilaire de M. Boltzmann a été remplacée, dans mon appareil, par une balance unifilaire à fil de quartz. Les attractions étaient mesurées par les torsions qu'il fallait donner au fil de quartz, pour maintenir la balance en équilibre. Le procédé d'observation était donc un procédé de réduction au zéro.

» Il existe, entre les durées d'oscillation et les trois constantes principales, une relation qui permet de calculer une des constantes, si l'on connaît les deux autres.

---

(1) Romich et Nowak, *Sitzb. Akad. Wien*, t. LXX, p. 380; 1874.

(2) J. Curie, *Ann. de Chim.*, t. XVII, p. 385; t. XVIII, p. 203; 1889.

(3) Boltzmann, *Sitzb. Akad. Wien*, t. LXVIII, p. 81; 1873; t. LXX, p. 342; 1874.

(4) E. Root, *Pogg. Ann.*, t. CLVIII, p. 1, 425; 1876.

» Dans le Tableau suivant, les différences entre les valeurs observées et calculées de la constante moyenne sont, en général, de l'ordre des erreurs d'expérience.

Constantes principales déterminées pour une durée de charge de 0,006 *de seconde.*

a. — Substances rhombiques.	k_1.	k_2 calculé.	k_2 observé.	k_3.	Orientation des axes de polarisation.
Sulfate de magnésium $SO^4Mg + 7H^2O$	8,28	5,98	6,05	5,26	P_1 parallèle à *c*; P_3 » *a*; P_2 parallèle à *b*.
Sulfate de potasse SO^4K^2	6,09	»	5,68	4,48	P_1 » *a*; P_3 » *c*; P_2 parallèle à *b*.
Sel de seignette $C^4H^4O^6KNa + 4H^2O$	8,89	6,79	6,92	6,70	P_1 » *c*; P_3 » *a*; P_2 parallèle à *b*.
Acide citrique $C^6H^8O^7$	4,71	4,25	»	3,28	P_1 » *a*; P_3 » *c*; P_2 parallèle à *b*.

b. — Substances clinorhombiques.	k_1.	k_2 calculé.	k_2 observé.	k_3.	Orientation des axes de polarisation.
Sulfate double de magnésium et ammonium $(SO^4)^2MgAm^2+6H^2O$.	8,54	7,02	7,06	6,10	P_1 = axe de symétrie = *b*. P_3 = Plan de symétrie 44° en avant de la normale à la face $\overline{001}$.
Sulfate double de manganèse et ammonium $(SO^4)^2MnAm^2+6H^2O$.	6,83	6,36	5,91	4,61	P_1 = axe de symétrie = *b*; P_3 = 99° en avant de la normale à $\overline{001}$.
Sulfate double de zinc et ammonium $(SO^4)^2ZnAm^2+6H^2O$ ...	7,56	6,65	6,62	5,35	P_1 = axe de symétrie = *b*; P_3 = 9° en arrière de la normale à $\overline{001}$
Sulfate double de nickel et potasse $(SO^4)^2NiK^2+6H^2O$	7,06	5,75	6,37	5,52	P_1 = axe de symétrie = *b*; P_2 = normal à $\overline{001}$.
Sulfate double de cobalt (¹) et potasse $(SO^4)^2CoK^2+6H^2O$	10,71	»	9,35	8,46	P_1 = axe de symétrie = *b*; P_3 = normal à $\overline{001}$.
Sulfate double de nickel et ammonium $(SO^4)^2NiAm^2+6H^2O$	6,76	5,56	5,38	5,08	P_3 = axe de symétrie = *b*; P_1 = 6° en arrière de la normale à $\overline{001}$.
Sulfate double de cobalt et ammonium $(SO^4)^2CoAm^2+6H^2O$ ...	6,13	5,92	5,78	5,58	P_3 = axe de symétrie = *b*; P_1 = 25° en avant de la normale à $\overline{001}$.
Sulfate double de zinc et potasse $(SO^4)^2ZnK^2+6H^2O$	»	»	6,42	»	P_2 = axe de symétrie = *b*; P_1 = 7° en avant de la normale à $\overline{001}$.
Sulfate double de magnésium et potasse $(SO^4)^2MgK^2+6H^2O$...	»	»	»	»	P_1 = axe de symétrie = *b*; P_3 = 65° en avant de la normale à $\overline{001}$.
Arséniate de soude $AsO^4Na^2H+12H^2O$	7,26	»	5,91	5,28	P_2 = axe de symétrie; P_1 = normal à la face $\overline{001}$.

» Dans ce Tableau, P_1, P_2 et P_3 sont respectivement les axes de polari-

(¹) Les échantillons de ce sulfate double n'étaient pas bien homogènes.

sation maximum, moyenne et minimum; *a*, *b*, *c* les axes de plus grande, moyenne et plus petite élasticité optique.

» Comme moyen de contrôle, j'ai déterminé, dans le courant de ces mesures, les constantes principales du soufre cristallisé rhombique, et je comparais les valeurs obtenues avec celles de M. Boltzmann :

	k_1.	k_3.	k_2.
Chiffres de M. Boltzmann.........	4,77	3,97	3,81
Moyenne de mes observations......	4,66	3,86	3,67
La relation de Maxwell veut.......	4,59	3,88	3,59

» Parmi les dix substances clinorhombiques que j'ai étudiées, se trouvent neuf sulfates doubles isomorphes, à 6 molécules d'eau de cristallisation. La position des axes d'élasticité optique dans le plan de symétrie de ces sulfates doubles est sensiblement la même pour tous. Il n'en est plus ainsi pour les axes de polarisation; leur orientation varie beaucoup d'un sulfate double à l'autre, mais elle est constante pour divers échantillons d'un même sulfate.

» Le plan des axes optiques est, pour tous ces sulfates, le plan de symétrie, mais, à l'exception du sulfate de zinc et potasse, le plan des axes diélectriques est normal au plan de symétrie.

» Il est intéressant de remarquer que le sulfate double de zinc et potasse, pour lequel seul le plan des axes optiques et diélectriques coïncide, est aussi celui pour lequel la dispersion des axes optiques est la plus faible.

» J'ai mesuré la dispersion des axes optiques directement sur les sphères qui m'ont servi à la détermination des constantes diélectriques.

» De cette étude, il m'a paru ressortir, entre la position des axes optiques et des axes diélectriques, quelques relations que je ne saurais développer ici sans allonger de beaucoup cette Note [1]. »

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de l'Université de Genève, et paraîtra, dans le courant de cette année, dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles*.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une nouvelle méthode de transformation directe des courants alternatifs en courants de même sens.* Note de M. CHARLES POLLAK, présentée par M. Lippmann.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un nouveau procédé de transformation des courants alternatifs en courants de même sens. Je l'appelle *direct* par opposition à la méthode connue, où l'on se sert, dans le même but, d'un système combiné de générateurs et de transformateurs.

» On sait qu'un commutateur, animé d'un mouvement synchrone avec celui du générateur des courants alternatifs, peut donner naissance à un courant pulsatoire de même sens, dont la tension prend successivement toutes les valeurs entre zéro et un certain *maximum*, déterminé par le générateur, et qui, par conséquent, est encore impropre à la mise en mouvement des moteurs à courant continu et à l'exécution des travaux électrolytiques.

» Le problème que je me suis posé était d'obtenir un courant, dont la tension ne baisserait jamais au-dessous d'un certain *minimum* voulu, déterminé par la force électromotrice contraire à vaincre pendant l'exécution d'un travail électrique. J'ai posé, à cet effet, pour la construction des commutateurs, des principes qui suivent ci-dessous.

» Un commutateur *type* de ce genre se compose de deux séries de lamelles isolées les unes des autres, alternant entre elles, chaque série étant en communication électrique avec un pôle du générateur. La largeur des interstices intralamellaires se trouve dans un rapport déterminé à celle des lamelles; ce rapport peut être réglé à volonté, ce qui a pour résultat que les brosses d'un tel commutateur ne vont recueillir qu'une partie du courant de tension voulue.

» Mettons qu'il s'agisse de charger une batterie d'accumulateurs : on commence par régler le rapport entre les lamelles et leurs interstices intralamellaires de façon que la tension du courant pulsatoire, recueilli par les balais et amené aux bornes de la batterie, ne puisse descendre au-dessous de la valeur de la force électromotrice contraire des accumulateurs, ce qui les empêchera de se décharger dans le circuit du générateur. Maintenant on achève la mise en jeu du commutateur par un mouvement déterminé des balais qui a pour but d'établir les interruptions du courant

pulsatoire aux moments où sa tension sera égale à la force électromotrice contraire de la batterie en charge; ceci exclut totalement la formation des étincelles.

» Si l'on établit une dérivation dans le circuit des accumulateurs, il va y circuler un courant *continu*.

» L'appareil se compose d'un moteur alternatif de petites dimensions (il n'a qu'à surmonter le frottement des brosses) à axe prolongé, qui porte un commutateur construit suivant le principe ci-dessus exposé. Ce commutateur est formé de deux anneaux de frottement, isolés l'un de l'autre, et portant des balais qui leur amènent le courant alternatif. On a fixé sur chacun de ses anneaux et réuni électriquement avec lui deux séries de lamelles pointues, les pointes des lamelles dirigées dans le même sens, mais les lamelles de chaque série alternant entre elles. Les balais glissent sur la surface des lamelles; ils peuvent se déplacer suivant leur périphérie et parallèlement à l'axe du commutateur. La combinaison de ces deux mouvements permet d'obtenir le *minimum* cherché de la tension du courant pulsatoire, ainsi que la formation et la rupture dudit courant aux moments où sa tension est égale à la force électromotrice contraire. »

CHIMIE. — *Sur les combinaisons de l'acide oxalique avec les acides titanique et stannique*. Note de M. E. **Péchard**, présentée par M. Troost.

« L'acide titanique et l'acide stannique peuvent se dissoudre dans les acides minéraux concentrés pour donner des sels de bioxyde de titane et de bioxyde d'étain qui sont en général incristallisables. L'acide oxalique, l'acide tartrique dissolvent très facilement l'acide titanique, et dans ces dissolutions existent des acides complexes formés par la combinaison de l'acide titanique avec ces acides organiques.

» 1° *Combinaison de l'acide titanique avec le bioxalate de potassium.* — L'acide titanique, précipité d'une dissolution de chlorure de titane par le carbonate de soude, se dissout abondamment dans une dissolution chaude de bioxalate de potassium. La liqueur limpide, ainsi obtenue, abandonne par refroidissement des cristaux incolores appartenant au système triclinique. Ce composé est le sel de potassium d'un acide renfermant de l'acide oxalique et de l'acide titanique et on peut l'appeler l'*oxalotitanate* de potassium. Ce sel est plus soluble dans l'eau à chaud qu'à froid et on peut le

purifier par des cristallisations successives. Il est insoluble dans l'alcool, qui le précipite en fines aiguilles incolores.

» La composition de l'oxalotitanate de potassium correspond à la formule $2(C^2O^4HK)TiO^2 + H^2O$, ainsi qu'il résulte des analyses suivantes :

	Calculé.		Trouvé.		
$2(C^2O^4H^2)$.....	180	50,56	50,4	50,2	50,6
TiO^2..........	82	23,04	23,3	23,1	23,02
K^2O...........	94	26,4	26,2	»	26,3
	356	100,00	99,9		99,92

» L'oxalotitanate de potassium et les composés qui en dérivent sont décomposés par les alcalis; une goutte d'ammoniaque donne dans une dissolution de ce sel un précipité d'acide titanique. Ce n'est cependant pas là un procédé pour séparer tout cet acide, car on sait que la présence des acides organiques empêche sa précipitation complète; en analysant, en effet, de cette façon le sel de potassium que je viens de décrire, j'ai trouvé, pour l'acide titanique 20, 20,5, 20,3 pour 100, nombres bien inférieurs à ceux que l'on trouve en précipitant cet acide de sa solution sulfurique portée à l'ébullition.

» 2° *Oxalotitanate de baryum.* — Une dissolution d'oxalotitanate de potassium, additionnée d'une quantité équivalente de chlorure de baryum, donne un précipité blanc cristallin d'oxalotitanate de baryum. Ce sel est peu soluble dans l'eau et a une composition qui correspond à la formule $2(C^2O^4H^2)BaO.TiO^2$, comme il résulte des analyses qui suivent :

	Calculé.		Trouvé.			
$2(C^2O^4H^2)$....	180	43,37	43,1	43,5	»	»
BaO	153	36,87	37,0	37,1	»	36,9
TiO^2.........	82	19,76	19,8	20,0	19,9	19,6
	415	100,00	99,9	100,6	»	»

» 3° *Acide oxalotitanique.* — Le sel précédent mis en suspension dans l'eau est décomposé par une quantité équivalente d'acide sulfurique. On filtre pour séparer le sulfate de baryte formé et la liqueur ainsi obtenue est concentrée dans le vide. Il se dépose d'abord un peu d'acide titanique, puis de longues aiguilles se forment au milieu d'une eau mère sirupeuse. Ces cristaux sont formés par l'acide oxalotitanique; ils sont solubles dans

l'eau et dans l'alcool et s'effleurissent rapidement. La composition de cet acide correspond à la formule $(C^2H^4O^2)^2TiO^2 + 2H^2O$ comme l'indiquent les analyses suivantes :

	Calculé.		Trouvé.		
$2(C^2O^4H^2)$....	180	60,4	59,8	60,3	60,7
TiO^2..........	82	27,52	27,7	27,6	27,9
$2H^2O$.........	36	12,08	12,4	»	»
	298	100,00	99,9	»	»

» La dissolution de ce composé est fortement acide et ne se combine que difficilement aux alcalis; une goutte de ces réactifs donne en effet de l'acide titanique qui se dissout lentement dans l'oxalate formé et d'autant plus lentement qu'on approche de la saturation.

» *Acide oxalostannique et oxalostannates.* — L'acide stannique gélatineux est très soluble dans le bioxalate de potasse. La dissolution ainsi obtenue laisse déposer, par évaporation, des cristaux blancs d'oxalostannate de potasse, appartenant au système clinorhombique. Ce sel ressemble par ses propriétés à l'oxalotitanate de potasse, mais il s'effleurit plus rapidement que lui. Il est soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, et sa composition correspond à la formule $2(C^2O^4HK)SnO^2 + 5H^2O$, ainsi qu'il résulte des analyses suivantes :

	Calculé.		Trouvé.		
$2(C^2O^4H^2)$....	180	35,02	34,9	35	35,1
K^2O.........	94	18,29	18,4	»	»
SnO^2..........	150	29,18	29,2	28,9	29,0
$5H^2O$........	90	17,51	17,5	»	»
	514	100,00	100,0	»	»

» Ce sel peut être transformé en sel de baryum, d'où l'on peut isoler l'acide oxalostannique cristallisé en écailles nacrées, moins solubles dans l'eau que les cristaux d'acide oxalotitanique.

» J'ai tenté d'obtenir avec la silice des combinaisons analogues, mais je n'ai pu en préparer, même en employant la silice dialysée.

» On voit, d'après ce qui précède, que l'acide oxalique peut donner, avec les acides minéraux comme l'acide titanique, l'acide stannique, des composés définis. J'ai déjà démontré cette propriété pour l'acide molyb-

dique ([1]), et M. Rosenheim vient de le montrer pour l'acide tungstique et l'acide vanadique ([2]).

» Dans les sels étudiés, il y a toujours 2 molécules d'acide oxalique pour 1 molécule d'acide titanique; on peut donc, dans l'acide oxalotitanique, considérer les 2 molécules de l'acide organique liées l'une à l'autre par l'intermédiaire de l'acide titanique, avec élimination d'eau, et écrire sa formule : $(C^4O^9Ti)H^2 + 3H^2O$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur les chlorosulfures d'arsenic et d'antimoine.* Note de M. **L. Ouvrard**, présentée par M. Troost.

« *Arsenic.* — L'hydrogène sulfuré sec réagit, à la température ordinaire, sur le chlorure d'arsenic en donnant un précipité jaune, semblable au sulfure d'arsenic, pendant qu'il se fait un abondant dégagement d'acide chlorhydrique.

» Si l'on fait passer le courant d'hydrogène sulfuré jusqu'à cessation de dégagement d'acide chlorhydrique, le produit jaune obtenu étant lavé au sulfure de carbone sec, pour le débarrasser des petites quantités de chlorure d'arsenic qu'il peut encore contenir, se présente sous forme d'une poudre grenue, cristalline, agissant faiblement sur la lumière polarisée, et mêlée de matière amorphe, dont la quantité varie suivant les conditions de l'expérience et la vitesse du courant d'hydrogène sulfuré, et dont on peut d'ailleurs se débarrasser par lévigation rapide dans le sulfure de carbone.

» La matière amorphe et le produit cristallin, étudiés séparément, ont même composition et correspondent à un chlorosulfure d'arsenic de la formule As^2S^5Cl ou AsS^3, AsS^2Cl.

» Ce chlorosulfure est lentement altérable par l'eau bouillante qui le transforme en chlorure d'arsenic et sulfure d'arsenic amorphe, lequel ne tarde pas à se décomposer à son tour en hydrogène sulfuré et acide arsénieux; il est insoluble dans le sulfure de carbone, et soluble dans l'ammoniaque et les carbonates alcalins. Il fond vers 120° et se volatilise, à l'abri de l'air, vers 300°, en se décomposant en chlorure et sulfure d'arsenic.

» Si l'hydrogène sulfuré employé dans la préparation précédente n'est

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 1051.
([2]) *Ber. der deutsch. chem. Gesell.*, 1893, p. 1691.

pas bien sec, la décomposition du chlorure d'arsenic devient totale, et on n'obtient plus que du sulfure. De même, si, au lieu d'opérer à la température ordinaire, on vient à chauffer, la décomposition est encore totale au bout d'un temps plus ou moins long, avec formation probable de produits intermédiaires que nous n'avons pas réussi à isoler.

» On peut encore obtenir les chlorosulfures d'arsenic en faisant réagir le chlorure sur le sulfure d'arsenic. Le sulfure d'arsenic précipité se dissout à chaud dans le chlorure, et se dépose par refroidissement; mais si l'on opère en tube scellé, en chauffant, par exemple, 1 partie de sulfure d'arsenic AsS^3, avec 10 parties de chlorure, vers 150°, pendant quelques heures, la dissolution s'effectue, la liqueur devient limpide et, par refroidissement lent il se fait un dépôt jaune, semblable au sulfure d'arsenic. Après élimination du chlorure d'arsenic en excès et lavage au sulfure de carbone sec, on obtient des cristaux microscopiques d'un chlorosulfure répondant à la formule AsS^2Cl, assez facilement fusible et volatil à l'abri de l'air. Ce chlorosulfure est altérable par l'eau comme le premier, il est aussi soluble dans les carbonates alcalins et dans l'ammoniaque.

» Si maintenant on augmente la proportion de sulfure d'arsenic, 1 partie pour 5 de chlorure, il faut porter la température aux environs de 180° et la maintenir pendant longtemps, pour obtenir une dissolution totale. Après vingt-quatre heures de chauffe et refroidissement lent, on obtient le chlorosulfure préparé d'abord, As^2S^5Cl, en très petits cristaux jaune clair.

» L'analyse des produits qui précèdent a été conduite de la façon suivante: la matière était attaquée en tube scellé, suivant la méthode de Carius, par l'acide nitrique fumant et le nitrate d'argent, en prenant toutefois la précaution, pour empêcher les pertes de chlore au moment de la réaction énergique sur l'acide nitrique, d'enfermer la substance dans une ampoule tarée que l'on brisait après avoir fermé le tube. Après quelques heures de chauffe à 100°, la matière étant entièrement attaquée, on ouvrait les tubes après refroidissement complet, on en évaporait le contenu au bain-marie afin de chasser l'excès d'acide azotique. En reprenant par l'eau, on isolait le chlore à l'état de chlorure d'argent; le soufre était dosé dans la liqueur filtrée à l'état de sulfate de baryte et l'arsenic précipité par la liqueur magnésienne après élimination de l'argent et de la baryte.

» *Antimoine.* — On connaissait déjà trois chlorosulfures d'antimoine préparés par Cloez et par M. R. Schneider. Cloez [1], en faisant agir l'hy-

---

[1] CLOEZ, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXX, p. 274.

drogène sulfuré à froid sur le pentachlorure d'antimoine, avait obtenu le chlorosulfure SbS^2Cl^3, en petits cristaux blancs, brillants, facilement fusibles et décomposables en soufre et trichlorure d'antimoine.

» Nous avons opéré sur le trichlorure d'antimoine fondu, mais en ayant soin de ne pas chauffer au delà de la température de fusion de ce sel; si l'on fait passer un courant d'acide sulfhydrique sec, en ayant soin de s'arrêter avant que tout le chlorure d'antimoine ne soit décomposé, on obtient des cristaux rouge brun du chlorosulfure SbS^2Cl, que l'on isole facilement de l'excès de chlorure par leur insolubilité dans le sulfure de carbone bouillant.

» Ce sont des cristaux transparents, agissant sur la lumière polarisée, facilement fusibles et attaquables par les acides.

» Si l'on prolonge le courant d'acide sulfhydrique jusqu'à cessation de dégagement d'acide chlorhydrique, on obtient alors le chlorosulfure Sb^2S^5Cl ou SbS^3, SbS^2Cl analogue au composé correspondant de l'arsenic. Ce sont de petits prismes à peine transparents.

» A température plus élevée la décomposition devient complète, et on n'obtient plus que du sulfure d'antimoine, ainsi que plusieurs observateurs l'ont déjà constaté.

» L'action du chlorure d'antimoine fondu sur le sulfure a été étudiée par R. Schneider [1], qui, en dissolvant du sulfure d'antimoine précipité dans un excès de chlorure en ébullition, avait obtenu un chlorosulfure auquel il assignait la formule SbS^2Cl, $7SbCl^3$. En traitant ce composé par l'alcool absolu, il obtenait un autre chlorosulfure SbS^2Cl, $3SbS^3$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'oxyde de carbone sur le sodammonium et le potassammonium.* Note de M. **A. Joannis**.

« En continuant l'étude de l'action des gaz sur les ammoniums alcalins, j'ai obtenu avec l'oxyde de carbone et le potassium des composés bien définis.

» *Potassium-carbonyle.* — Divers auteurs ont décrit une combinaison d'oxyde de carbone et de potassium que l'on obtient sous forme d'une poudre noire, souvent explosive, dans la préparation industrielle du potassium. D'autre part, les chimistes qui ont étudié l'action de l'oxyde de

(1) R. Schneider, *Ann. de Pogg.*, t. CVIII, p. 407.

carbone sur le potassium fondu ont obtenu des composés de couleurs et de propriétés différentes; ils sont d'accord sur la formule KC^2O^2 qu'ils donnent à ce corps. Le composé a une couleur noire d'après Liebig (*Ann. Chim. Phys.*, 2e série, t. LXVI, p. 324) et Lerch (*Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CXXIV, p. 20), rouge d'après Brodie (*Quarterly Journ. of Chem. Soc.*, t. XII, p. 269). Le composé est soluble dans l'eau avec une décomposition très violente d'après Brodie, peu violente d'après Liebig. La combinaison légèrement chauffée s'enflamme à l'air d'après ce dernier auteur. Enfin Nietzki et Beuckiser, qui ont étudié ce corps beaucoup plus récemment (*Deut. Chem. Gesell.*, 1886, t. XVIII, p. 1883), et qui lui donnent la formule $K^6C^{12}O^{12}$, décrivent le corps, préparé ainsi que le faisait Liebig, comme n'étant nullement explosif mais le devenant à un très haut point, détonnant au moindre choc, lorsqu'il a été exposé à l'air humide. Le composé que j'ai obtenu, quoique ayant la même formule brute KC^2O^2, a des propriétés très différentes de celles que je viens de citer.

» Lorsqu'on fait arriver dans du sodammonium dissous dans de l'ammoniac liquéfié et refroidi vers — 50°, de façon que la tension de vapeur de ce dissolvant soit petite, de l'oxyde de carbone pur et sec, contenu dans un gazomètre à mercure, on voit la coloration modérée que possèdent les solutions concentrées de potassammonium disparaître et faire place à la coloration bleue des solutions étendues; puis, avec une netteté parfaite, le virage de la couleur se fait, la liqueur bleue devient d'un blanc rosé; l'action est alors terminée. En laissant l'appareil revenir à la température ordinaire, l'ammoniac liquide dans lequel le nouveau corps se trouvait en suspension à l'état de précipité gélatineux se dégage et l'on obtient une poudre d'un blanc rose. Sa formule est KC^2O^2 comme le montrent les deux analyses suivantes où le potassium mis en expérience a été pesé et où l'oxyde de carbone a été dosé d'après le volume de gaz employé (I) ou d'après l'augmentation de poids du potassium (II) :

		Trouvé	
	Calculé.	I.	II.
C^2O^2	41,73	41,03	41,24
K	58,27	58,97	58,76
	100,00	100,00	100,00

» L'aspect de la substance ainsi obtenue diffère beaucoup des matières noires ou rouges décrites par les auteurs; cependant si on l'abandonne à elle-même en tube scellé, sa couleur devient plus foncée, sans cependant devenir noire. Mais ses propriétés sont encore plus différentes. Tandis que les corps noirs dont il a été parlé sont préparés vers 100°, le produit que j'ai obtenu détone à cette température. Ce composé détone encore lorsqu'on laisse rentrer une trace d'air ou une goutte d'eau dans le tube

qui le contient. Les produits dégagés pendant ces décompositions brusques sont à peu près les mêmes que lorsque la détonation est produite par l'action de la chaleur; l'air et l'eau semblent agir en portant une petite quantité de la matière à une température où toute la masse se décompose brusquement. J'ai surtout étudié les produits de la détonation du composé analogue formé par le sodium; les résultats obtenus sont exposés un peu plus loin.

» On peut cependant dissoudre le corps dans l'eau sans le faire détonner; pour cela, une fois le composé obtenu, on fait le vide dans le tube pour enlever l'ammoniac qui l'emplissait sous la pression atmosphérique et, à l'aide d'un robinet soudé à l'appareil, on introduit un peu d'eau, de façon que celle-ci ne vienne pas toucher le corps; elle agit seulement par sa vapeur. En quelques heures, le composé de potassium est entré en déliquescence sans qu'aucun gaz se soit dégagé; sa couleur est rapidement devenue brune au contact de la vapeur d'eau; à la fin la solution est jaune. Je n'ai pas étudié jusqu'ici les réactions de la dissolution ainsi obtenue.

» *Sodium-carbonyle*. — On n'a pas obtenu avec le sodium de composé analogue à celui que Liebig, le premier, a signalé pour le potassium. Le sodium fondu ne paraît pas se combiner à l'oxyde de carbone; le sodammonium, au contraire, est facilement décomposé par l'oxyde de carbone, avec lequel il donne la combinaison NaC^2O^2, comme le montrent les analyses suivantes :

		Trouvé.			
	Calculé.	I.	II.	III.	IV.
C^2O^2........	54,90	55,06	54,71	56,07	55,62
Na..........	45,10	44,94	45,29	43,93	44,38
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

» Ce composé, d'un blanc teinté de lilas, détonne sous l'influence de petites quantités d'air ou d'eau; une température de 90° suffit à produire son explosion. Lorsqu'on chauffe ce corps, sa couleur devient plus foncée; aucun gaz ne se dégage avant le moment de l'explosion. Un choc peut aussi le faire détoner, quoique difficilement : ayant enfermé à l'avance dans le tube où je faisais l'expérience de petites boules de verre, j'ai déterminé l'explosion de la matière et la rupture du tube en agitant vivement celui-ci. Bien que ces décompositions brusques ne produisent que des explosions sans danger avec les quantités de matière que j'employais ($0^{gr},5$ environ), cependant le tube est presque toujours brisé quand on

produit la détonation par l'action de la chaleur; après plusieurs essais infructueux, j'ai réussi cependant à éviter la rupture de l'appareil. La décomposition brusque du corps, sous l'influence de la chaleur, peut être représentée par la formule

$$2\,NaC^2O^2 = NaO, CO^2 + NaO + 3C.$$

» On constate en effet qu'il ne se dégage que peu de gaz pendant l'explosion; il provient surtout de la décomposition par le charbon de la petite quantité d'ammoniac condensé par la matière pulvérulente; il se forme en même temps un peu de cyanure de sodium. Mais la formule précédente représente bien la réaction principale, car, pour deux équivalents de sodium-carbonyle mis en expérience, j'ai trouvé qu'il y avait $0^{éq},9977$ de carbonate de soude formé (d'après le volume d'acide carbonique dégagé par de l'acide chlorhydrique étendu) et $3^{éq},005$ d'un carbone amorphe très difficile à laver.

» Lorsqu'on fait tomber une goutte d'eau sur ce corps, tout le tube s'emplit d'une flamme rouge au moment de la détonation. Dans une expérience où le tube n'a pas été brisé, j'ai trouvé qu'il s'était dégagé une petite quantité de gaz (20^{cc} pour $0^{gr},5515$ de matière) contenant 86 pour 100 d'hydrogène et 14 pour 100 d'oxyde de carbone; il y a en même temps mise en liberté de carbone et formation de carbonate de soude. Comme pour le composé analogue formé par le potassium, l'eau peut dissoudre la matière sans explosion quand on la fait agir lentement à l'état de vapeur; le sodium-carbonyle est devenu rouge brique puis rouge brun foncé, enfin d'un noir violacé. Après quelques jours, toute la matière était transformée en un liquide visqueux, rouge foncé, sans trace de matière insoluble et sans aucun dégagement de gaz. Je n'ai pas encore étudié les réactions de la dissolution ainsi obtenue. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons du bromure de bore avec les bromures de phosphore*. Note de M. **Tarible**, présentée par M. Henri Moissan.

« Nous avons employé, pour la préparation du bromure de bore, le bore amorphe, préparé par l'action du magnésium sur l'anhydride borique, d'après la méthode indiquée par M. Henri Moissan [1].

---

[1] H. Moissan, *Sur la préparation du bore amorphe* (*Comptes rendus*, 1892, t. CXIV, p. 392).

» La stabilité de ce bore dans l'air et l'eau, à une température inférieure à 200°, permet d'obtenir un produit parfaitement sec.

» En faisant agir sur le bore, contenu dans un tube de verre de Bohême, placé sur une grille à analyses, du brome pur et sec, on obtient un rendement de bromure de bore très voisin du rendement théorique. Nous avons réussi, par ce procédé, à en préparer plusieurs kilogrammes.

» Le produit brut renferme toujours un excès de brome dont on peut le débarrasser, soit en le faisant passer sur une nouvelle quantité de bore, soit par distillation fractionnée. Une distillation sur le mercure enlève les dernières traces de brome et l'on obtient ainsi un produit parfaitement pur.

» *Composé* $PBr^3, BoBr^3$. — Lorsqu'on verse du bromure de bore sur du tribromure de phosphore placé dans un tube à essai, il se forme au contact des deux liquides une tranche horizontale de cristaux qui ne tarde pas à les séparer complètement. Par l'agitation, le tout se prend en une masse cristalline avec un dégagement de chaleur considérable.

» Si le mélange est fait à molécules égales, on obtient un composé blanc, cristallin, fondant vers 60°.

» Pour obtenir un composé défini, nous avons dissous séparément les deux bromures dans du sulfure de carbone pur et sec et mélangé les solutions. La moitié du dissolvant a été enlevée par distillation. Le liquide restant a été refroidi puis décanté. Nous avons obtenu dans ces conditions de très beaux cristaux, tantôt d'aspect trapu et tantôt en belles aiguilles. La forme cristalline varie avec la vitesse du refroidissement.

» Ces cristaux, débarrassés de sulfure de carbone par un courant d'acide carbonique pur et sec, ont été soumis à l'analyse et nous ont donné les chiffres suivants :

				$PBr^3, BoBr^3$.
Brome.............	98,98	91,31	91,23	91,19
Phosphore.........	5,99	5,80	5,85	5,94
Bore..............	»	»	»	2,87

» Le corps $PBr^3, BoBr^3$ se présente en très beaux cristaux incolores fondant vers 61°, solubles dans le sulfure de carbone et le chloroforme. Il fume à l'air humide et est très facilement décomposable par l'eau, avec formation d'acide borique, d'acide phosphoreux et d'acide bromhydrique.

» Dans un courant d'hydrogène, il se sublime en se dissociant partiellement.

» Sous l'influence d'un courant d'oxygène, il se produit, à la température ordinaire, une légère décomposition; mais, si l'on élève la tempéra-

ture, le corps s'enflamme au-dessous du rouge, en donnant naissance à de l'anhydride phosphorique, à de l'anhydride borique et à du brome.

» Le soufre ne semble pas réagir au-dessous de la température de dissociation du composé.

» Le chlore chasse le brome à la température ordinaire et donne naissance au composé $PCl^5, BoCl^3$.

» Le brome, l'iode et les autres métalloïdes ne paraissent pas réagir sur le composé $PBr^3, BoBr^3$.

» Nous n'avons pas obtenu de combinaisons avec les acides chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique.

» Le gaz ammoniac pur et sec est absorbé avec dégagement de chaleur en fournissant un composé blanc cristallin.

» Les composés organiques : carbures, éthers, alcools, acides, réagissent énergiquement sur ce composé.

» Nous avons fait cristalliser ce corps dans le bromure de bore en excès, puis dans le bromure de phosphore ; dans les deux cas nous avons obtenu un composé identique fondant à 61° : ce qui nous permet de conclure qu'à la température ordinaire PBr^3 et $BoBr^3$ ne forment que la seule combinaison stable : $PBr^3, BoBr^3$.

» *Composé* $PBr^5, BoBr^3$. — Lorsqu'on verse une solution sulfocarbonique de $BoBr^3$ dans une solution sulfocarbonique de PBr^5, il se forme un précipité cristallin, en même temps qu'il se produit un dégagement de chaleur notable.

» Ce précipité, peu soluble à froid dans le sulfure de carbone, se dissout à chaud, et, par refroidissement, fournit de petits cristaux parfaitement blancs lorsqu'ils viennent d'être préparés. Peu de temps après sa préparation, même conservé en tube scellé, ce composé ne tarde pas à se colorer en jaune.

» L'analyse nous a fourni les chiffres suivants :

				PBr^5BoBr^3.
Brome	93,85	93,75	93,1	93,84
Phosphore	4,33	4,62	4,58	4,54
Bore	»	»	»	1,62

» Nous avons trouvé que ce corps fondait en tube scellé à 140°. Chauffé à l'air, il commence à se volatiliser sans fondre vers 105°, ce qui nous a empêché de prendre le point de fusion à la pression atmosphérique.

» Il est soluble, surtout à chaud, dans le sulfure de carbone.

» Il fume à l'air et est décomposé par l'eau avec énergie en donnant

de l'acide bromhydrique, de l'acide borique et de l'acide phosphorique.

» L'hydrogène pur et sec est sans action sur ce composé à la température ordinaire. Si l'on chauffe, le corps se volatilise; il est simplement entraîné par le courant d'hydrogène.

» Il brûle lorsqu'on le chauffe au rouge dans un courant de gaz oxygène. Le chlore pur et sec se substitue au brome et donne naissance au composé $PCl^5, BoCl^3$. Cette réaction commence à froid et dégage une grande quantité de chaleur.

» Le gaz ammoniac est absorbé de même à la température ordinaire avec élévation de température et fournit un composé blanc cristallin.

» Nous avons fait cristalliser ce corps dans du bromure de bore en excès, puis dans une solution très concentrée de pentabromure de phosphore dans le sulfure de carbone; dans les deux cas, nous avons obtenu un composé identique, se sublimant à partir de 105° sous la pression atmosphérique et fondant à 140° en tube scellé. Ceci nous permet de conclure qu'à la température ordinaire PBr^5 et $BoBr^3$ ne forment que la seule combinaison stable $PBr^5, BoBr^3$.

» En résumé, le bromure de bore se combine facilement aux deux bromures de phosphore. On obtient dans ces conditions les composés $PBr^3, BoBr^3$ et $PBr^5, BoBr^3$. Ces corps sont très bien cristallisés, et se décomposent à froid par l'eau, le chlore et le gaz ammoniac [1]. »

ANALYSE CHIMIQUE. — *De l'action du zinc et du magnésium sur les solutions métalliques et du dosage de la potasse.* Note de MM. **A. Villiers** et **Fr. Borg**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les méthodes électrolytiques, qui permettent de doser et souvent même de séparer les métaux, sont de plus en plus utilisées en Chimie analytique. Il semble cependant, au premier abord, qu'on pourrait, dans un grand nombre de cas, leur substituer une méthode plus rapide, consistant à déplacer les métaux par un autre métal, tel que le zinc ou le magnésium.

» En réalité, ce dernier procédé ne peut être appliqué qu'à un nombre de cas fort limité (cuivre, or, platine) et les métaux ne sont pas précipités, en général, à l'état de pureté, mais à l'état d'alliages contenant des quantités plus ou moins grandes de magnésium et de zinc.

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Henri Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

» La proportion de ces derniers varie avec l'acidité des liqueurs et avec le poids du métal employé. Une autre cause influe aussi d'une manière curieuse sur cette proportion : c'est le degré de pureté du métal. C'est ainsi que les poids de platine déplacés par des poids égaux de divers échantillons de zinc, dans des volumes égaux d'une même solution de chlorure de platine, ont été : 100,92, 110,39, 119,12 pour 100; c'est-à-dire que le platine a été précipité avec des surcharges de 0,92, 10,39, 19,12 pour 100. Or le premier échantillon de zinc avait été préparé par l'électrolyse d'une solution ammoniacale de sulfate de zinc pur; le second était un zinc distillé ne renfermant comme impuretés que des traces de carbone inappréciables à la balance; le troisième était du zinc du commerce contenant 1,1 pour 100 d'impuretés, dont 0,44 de matières fixes.

» Ces résultats montrent que le zinc ne peut être employé pour le dosage du platine, même après correction relative aux impuretés. Dès que le zinc est impur, la présence des impuretés, même dans une proportion infiniment faible, détermine la fixation d'une très notable quantité de ce métal sur le platine. Le zinc électrolytique donne des résultats seulement approximatifs.

» Le magnésium (1), tel qu'on le trouve dans le commerce sous la forme de rubans, convient au contraire parfaitement pour le dosage du cuivre, de l'or, du platine, et par suite du potassium après précipitation à l'état de chlorure double de platine et de potassium (2).

Dosage du cuivre. — Lorsque le cuivre n'est pas accompagné d'autres métaux que les métaux alcalins et terreux, on peut le doser très exactement et très rapidement, à l'état métallique, en traitant ses solutions par le magnésium. Le cuivre est aussi mis en liberté, dans une liqueur légèrement acide, sous la forme d'un précipité grenu, très facile à laver. On termine le lavage à l'alcool, on sèche à 100° et l'on pèse. On peut se servir d'un filtre pesé, ou, plus simplement, entraîner le cuivre réduit dans une petite capsule pesée.

» Le procédé n'est pas applicable en présence de métaux, même tels que le zinc, facilement attaquables par l'acide chlorhydrique; il se produit des alliages, même dans des liqueurs très acides.

---

(1) L'emploi du magnésium a déjà été proposé par C. Scheibler, pour l'analyse des chloraurates et chloroplatinates organiques (*Deutsche chem. Gesellschaft*, 1869, p. 295.

(2) L'aluminium pur pourrait aussi convenir; mais, tel qu'on le trouve actuellement dans le commerce, il renferme du fer et laisse une poudre noire insoluble dans l'acide chlorhydrique, ce qui occasionne une surcharge très sensible.

» *Dosage du potassium.* — Quand on dose la potasse à l'état de chlorure double de platine et de potassium, on recueille le précipité dans un filtre pesé après dessiccation, ou bien on incinère le filtre, on calcine le précipité dans l'hydrogène, et on dose le platine dans le résidu, après avoir entraîné le chlorure de potassium par l'eau. Le premier procédé présente les causes d'erreur inhérentes à la méthode des filtres pesés. Le second est long, et exige l'incinération successive de deux filtres.

» La méthode suivante est très rapide et très exacte. Le chlorure double, obtenu comme à l'ordinaire, est lavé avec un mélange à volumes égaux d'alcool et d'éther anhydres, dans la capsule où il a été formé, jusqu'à ce que les liqueurs filtrées passent absolument incolores, résultat que l'on peut obtenir avec un très petit volume du mélange. On dissout dans l'eau bouillante le sel restant dans la capsule ou retenu par le filtre, en recueillant la solution dans un vase conique. On ajoute à cette dernière un peu d'acide chlorhydrique pur, et l'on introduit successivement des fragments de magnésium, jusqu'à ce que la liqueur soit complètement décolorée, et que le magnésium se dissolve sans que sa surface soit ternie.

» Le platine ainsi précipité est très facile à laver et n'adhère pas aux parois. On l'entraîne sur un filtre sans plis, on incinère le filtre après lavage et dessiccation, et l'on calcine le platine, dont le poids multiplié par 0,3939 ou par 0,4747 donne le poids correspondant de potassium ou de potasse.

» Cette méthode est surtout très avantageuse dans le dosage de la potasse en présence de la soude et d'autres corps, à l'exception des sels ammoniacaux. Il suffit de substituer ce mode de mise en liberté du platine à celui qui a été proposé par MM. Corenwinder et Contamine dans la méthode très élégante qu'ils ont proposée pour le dosage de la potasse dans des mélanges tels que les salins ou les potasses raffinées. Cette méthode est fondée, comme on le sait, sur la réduction par le formiate de soude du précipité impur de chloroplatinate de potassium mélangé à des corps tels que des sels de soude, de chaux, de magnésie, de fer, d'alumine, de silice. Le formiate de soude donne du platine très divisé, très adhérent aux vases et d'une filtration difficile (1).

» Par l'emploi du magnésium, nous avons obtenu exactement 100

(1) L'emploi comme réducteur de l'aldéhyde formique, proposé par MM. Ferdinand Jean et Trillat, ne nous a guère donné de meilleurs résultats. On obtient difficilement une réduction complète.

pour 100 du potassium contenu dans du sulfate de potasse, mélangé avec de grandes quantités de phosphate et sulfate de soude, de chlorure de calcium, de magnésium, de fer et de sulfate d'alumine; à la condition d'employer un mélange à volumes égaux d'alcool et d'éther *anhydres* pour la précipitation et le lavage du chloroplatinate.

» Nous ferons remarquer, en terminant, qu'en présence des bromures, le précipité produit par le chlorure de platine peut contenir plus ou moins de brome, remplaçant une quantité équivalente de chlore, substitution qui est même indiquée par la couleur foncée du précipité. Seule, la détermination du poids du platine donnera, dans ce cas, un résultat exact.

» Nous rappellerons enfin qu'on ne doit pas oublier de transformer les sels de potasse en chlorure, si les acides sont volatils, ou d'aciduler par l'acide chlorhydrique, dans le cas contraire. Dans une solution de sulfate de potasse, par exemple, une portion de ce sel resterait mélangée au chloroplatinate formé.

» Avec la modification que nous proposons, la méthode de MM. Corenwinder et Contamine constitue le procédé de séparation de la potasse le plus rapide et le plus sûr. Elle peut être immédiatement appliquée au dosage de la potasse dans un engrais minéral, sans qu'il soit nécessaire d'effectuer aucune séparation préalable de métaux, autre que celle de l'ammoniaque. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur une randannite miocène marine de la Limagne d'Auvergne*. Note de M. **Paul Gautier**, présentée par M. Fouqué.

« J'ai appelé, en 1890 (1), l'attention des géologues sur une formation du puy de Mur, près Pont-du-Château, qui, par sa position et sa structure, mérite une étude détaillée que je poursuis et dont je communique à l'Académie les premiers résultats.

» Cette formation est comprise entre deux niveaux pépéritiques, intercalés dans les couches aquitaniennes lacustres. Elle est constituée par une alternance de lits à texture légère, très argileux, remplis de débris végétaux, d'écailles et d'ossements de poissons, avec des lits de travertins compacts, très coquilliers.

» L'examen détaillé des lits argileux ne permet pas de déterminer les

(1) P. Gautier, *Observations sur les pépérites du puy de Mur* (*Bull. Soc. géol. de France*; 1890).

végétaux et les poissons dont les débris sont trop incomplets, mais il est possible de révéler par le microscope, dans les lits fossiles, la présence d'innombrables grains de pollen de conifères et de véritables amas de diatomées. Celles-ci sont massées sur certains points en telle abondance qu'elles forment à elles seules le dépôt, qui devient une véritable *randannite;* ailleurs elles sont plus rares et disséminées dans la gangue, tantôt argileuse, tantôt calcaire. Les lits de travertins sont, au contraire, peu riches en diatomées et contiennent des débris de coquilles des genres *Helix* (*H. Ramondi*), *Pupa*, *Clausilia*, *Limnæa*, *Planorbis*, etc., caractéristiques des dépôts lacustres miocènes de la Limagne.

» J'ai soumis les échantillons de cette randannite nouvelle à l'examen de MM. Heribaud et Brun, et la florule qu'ils me communiquent donne à ce dépôt un caractère de la plus haute importance. Les diatomées découvertes se répartissent, au point de vue biologique, en trois groupes distincts : le premier comprend 17 diatomées marines actuellement vivantes, tant dans les mers tropicales que dans nos mers tempérées, et 17 espèces ou variétés nouvelles, fossiles, que leur organisation et leurs affinités permettent de rattacher à des espèces marines actuellement existantes (1). Le deuxième groupe comprend 2 espèces d'eaux saumâtres et 7 espèces d'eaux douces. La prédominance des espèces et variétés du premier groupe donne donc un caractère essentiellement marin aux couches qui les contiennent, et ce fait est du plus haut intérêt pour la géologie de la région.

» Ces couches traversent toute la masse du puy de Mur, avec une inclinaison N.-E.—S.-O. faible; nous les avons relevées en effet non seulement dans le chemin où nous les avons indiquées d'abord, mais encore sur le flanc diamétralement opposé de la montagne et partout où les travaux de défoncement du sol ou le ravinement des eaux ont mis à nu l'affleurement des couches. Sur le flanc nord de la montagne la couche à diatomées est réduite à une épaisseur moyenne de $0^m,50$, tandis que sur le flanc sud elle atteint près de 12^m : la formation va donc s'épaississant du nord au sud et c'est à la cote 480^m que l'on constate la plus grande abondance des diatomées, dont l'accumulation est telle qu'elles forment sur une grande étendue une belle randannite. On peut penser que ce lambeau, laissé en place lors de la constitution du relief actuel du puy de Mur, est le témoin

(1) La liste et la description de ces espèces seront publiées par F. Heribaud : *Diatomées d'Auvergne* (*Revue d'Auvergne ;* 1892).

d'un vaste dépôt dont il occupe sensiblement le centre. L'extension de ce dépôt est très difficile à préciser, car, jusqu'ici, il nous a été impossible, malgré nos recherches microscopiques, de le retrouver sur les collines qui avoisinent le puy de Mur, ce qui porterait à croire que son étendue était relativement peu considérable.

» L'origine de cette randannite est, pour nous, essentiellement marine. Elle indique l'extension dernière de la zone laguneuse qui, par la vallée du Rhône, avait affirmé sa présence dans la Limagne par les dépôts saumâtres à *Potamides Lamarckii*. L'alternance des travertins remplis de coquilles d'eau douce nous permet de réduire par la pensée à de simples flaques d'eau salée, très variables dans leur position, les petits bassins où pullulaient les diatomées marines et où tombaient les grains de pollen des forêts de conifères. Vers le sommet de la formation apparaissent des blocs remplis de tubes de phryganes couverts de coquilles de paludines, qui constituent la limite au-dessus de laquelle les diatomées marines cessent d'exister.

» Nous avons dit que cette formation reposait sur une couche de *pépérites*, supportées elles-mêmes par un épais massif de *calcaires à Helix;* de même, les *calcaires à phryganes* supportent des *pépérites* recouvertes par d'épaisses *couches lacustres à Bithynies*. Il est donc possible de faire coïncider avec cette double manifestation éruptive les oscillations du sol qui, sur ce point, ont permis l'accès de l'eau de mer et amené son retrait.

» L'objection qui peut être faite à cette manière de voir est l'absence d'autres fossiles parmi les diatomées; on devrait y découvrir des coquilles marines ou saumâtres, et nos recherches les plus minutieuses n'ont pu en déceler; mais nous pouvons admettre que nos lacs salés, si petits et si peu profonds, s'opposaient au développement de ces êtres dont nous ne retrouvons pas les débris. Une autre objection peut être tirée de l'idée de petits lacs alimentés par des sources minéralisées dont la composition aurait permis le développement de diatomées marines. On pourrait citer à l'appui de cette thèse l'intéressante *florule phanérogamique* des bords de la mer qui croît dans les terrains de la Limagne arrosés par les eaux minérales. Mais nous pouvons opposer ce fait que, en ce qui concerne les diatomées, on n'a relevé dans les *randannites quaternaires* et dans les dépôts actuels des eaux minérales que des espèces des eaux douces et il est difficile de concevoir, à l'époque tertiaire, des conditions biologiques si différentes. Du reste, les observations de M. Nordenskjöld ont établi que, partout où la densité de l'eau de mer est abaissée par l'introduction de l'eau

douce, on voit les diatomées abonder à la surface, à tel point que ces bandes de diatomées produisent, sur l'océan, près du Spitzberg, des contrastes de coloration très tranchés; nos petits lacs salés, largement alimentés par les ruisselets voisins, présentaient donc des conditions très favorables au développement de ces petits êtres.

» Pour ces raisons, nous considérons la formation que nous avons découverte comme le témoin de l'extension ultime de la mer miocène, jusque dans la Limagne d'Auvergne, vers la fin de l'aquitanien. »

PHYSIOLOGIE. — *La durée de l'excitabilité des nerfs et des muscles, après la mort, est bien plus grande qu'on ne le croit généralement.* Note de M. **A. d'Arsonval**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Les physiologistes admettent que, chez les animaux supérieurs, l'excitabilité électrique du nerf disparaît en moins d'une heure, et celle du muscle quelques heures après la mort. Cela est vrai quand on prend pour déceler cette excitabilité le raccourcissement en masse du muscle, c'est-à-dire la contraction visible à l'œil nu ou au myographe.

» Il y a déjà bien longtemps (¹) que j'ai montré l'insuffisance de ce procédé pour nous renseigner sur les mouvements de faible amplitude dont les muscles peuvent être le siège.

» En 1878, j'eus l'idée d'appliquer le microphone pour étudier les vibrations du muscle à l'état actif (contraction et contracture musculaires) ainsi qu'à l'état de repos (tonus musculaire, bruit rotatoire, paralysie musculaire). J'inventai pour cette étude un microphone spécial, à réglage magnétique, que j'appelai *myophone*, et dont j'ai déjà décrit le principe à l'Académie dans une Note du 15 mars 1880, présentée en commun avec Paul Bert.

» Mon ami Boudet de Paris, m'ayant manifesté le désir de faire des recherches cliniques au moyen de ce procédé nouveau, je lui communiquai mes premières expériences physiologiques qu'on trouvera résumées dans son Ouvrage, paru en 1880. Voici ce que j'avais constaté dans les expériences communiquées à Boudet :

» 1° Au myophone le muscle, contrairement à ce que montre le myographe, ne fusionne pas les secousses;

(¹) Voir Boudet de Paris, *Application du téléphone et du microphone à la clinique*, p. 106; Paris, 1880; et *Société de Biologie*, 4 juillet 1885 et 17 avril 1886.

» 2° Il rend un son bien avant que l'excitation soit suffisante pour amener la contraction en masse;

» 3° L'intensité du son est plus grande si le muscle est tendu par un ressort.

» Sur l'animal vivant :

» 1° Le bruit musculaire (dû au *tonus*) s'élève à mesure qu'on tend le muscle davantage;

» 2° Il disparaît si l'on coupe le nerf moteur ou si l'on empoisonne l'animal par le curare. Il n'est pas dû à la circulation, puisqu'il persiste, après sa suppression, chez la grenouille.

» M. Boudet a confirmé ces résultats que je lui avais communiqués verbalement. Il en a trouvé de nouveaux, en transportant dans la clinique ce procédé d'investigation.

» Au cours de ces recherches, j'ai reconnu que l'excitabilité du nerf, interrogée par ce procédé, peut durer plusieurs heures après la mort. Pour le constater, il suffit d'attacher le tendon d'Achille d'un cobaye ou d'un lapin à mon myophone et d'exciter le nerf sciatique, à l'aide d'un courant interrompu cinquante à cent fois par seconde. On entend alors le muscle rendre un son plusieurs heures après la mort. Sur un lapin, en 1880, j'ai pu entendre ce son dix heures après la mort. Dans les expériences que j'ai répétées ces temps derniers, sur le lapin, le cobaye ou le chien, la durée de l'excitabilité du nerf, après la mort, n'a pas dépassé trois heures.

» Ces expériences démontrent que le nerf peut agir sur le muscle sans qu'il y ait contraction apparente, mais simple vibration moléculaire. C'est ainsi que j'ai expliqué (1) comment il peut se faire que la perte d'excitabilité d'un nerf moteur coïncide quelquefois avec la conservation de ses propriétés trophiques; tel est le cas, par exemple, de paralysie radiale signalé à la Société de Biologie, en 1886, par MM. Déjerine et Vulpian.

» On a également la preuve, par cette expérience, que la mort du nerf est bien moins rapide qu'on ne le croyait. Ces expériences viennent d'ailleurs à l'appui des faits de survie des tissus, constatés par M. Brown-Séquard au moyen d'autres procédés. Quelles sont les causes qui modifient la durée de cette survie du nerf? C'est là une étude que je n'ai pu encore aborder. »

---

(1) *Société de Biologie*, p. 192; 1886.

M. **Brown-Séquard** présente les remarques suivantes sur le travail de M. *d'Arsonval.*

« Trois points principaux méritent d'attirer l'attention dans la Note si importante de M. d'Arsonval.

» Le premier est que des muscles atteints d'une rigidité cadavérique complète (c'est ce qui a eu lieu lorsqu'il a constaté que des muscles se contractaient encore, chez un lapin, dix heures après la mort) peuvent encore être le siège d'actions motrices rythmiques. Ce fait-là n'est nouveau que par le rythme des contractions. J'ai, en effet, dans plusieurs Communications à l'Académie, montré que des muscles atteints de rigidité cadavérique se contractent et se relâchent alternativement, mais d'une manière irrégulière et de deux façons distinctes : dans l'une, la contraction peut être excessivement lente et ne s'accomplir qu'en huit, dix, quinze heures ou beaucoup plus et il en est de même de l'allongement qui la suit. Dans l'autre, d'extrêmement petites contractions suivies d'aussi petits allongements ont lieu alternativement avec une lenteur très grande, car il n'y en a guère que de deux à huit ou dix par heure. Ces petits mouvements ne sont pas rythmiques et diffèrent, conséquemment, en cela de ceux dont M. d'Arsonval a découvert l'existence. Ils en diffèrent encore en ce qu'ils semblent se produire spontanément et en ce qu'ils peuvent se montrer une ou même deux semaines ou encore plus longtemps après la mort. Enfin ils en diffèrent aussi en ce qu'ils ne donnent aucun bruit au myophone et en ce que l'excitation des nerfs dans la période où ils sont encore capables d'agir ne les modifie en rien.

» Le second point principal est entièrement nouveau. Il s'agit du fait qu'un muscle atteint de rigidité cadavérique complète et restant (en apparence) absolument inerte sous l'influence des causes les plus énergiques de contraction est cependant capable d'actions motrices rythmiques lorsqu'on excite son nerf ([1]). Nous devons à M. d'Arsonval, par cette

---

([1]) Le muscle rigide *semble* ne plus avoir d'irritabilité si l'on en juge par les procédés ordinaires. Mais, ainsi que je l'ai montré, on peut cependant constater qu'il se contracte, bien qu'avec une lenteur extrême, si on l'excite mécaniquement en tirant sur ses deux extrémités. La contraction ne devient visible qu'en employant le moyen que j'ai signalé à l'Académie dans mes dernières Notes sur la rigidité. Je puis en dire autant de l'action du froid et de celle de la chaleur. A cet égard, je puis ajouter (et je le montrerai bientôt) que le froid et la chaleur peuvent produire ou une contrac-

découverte, la connaissance d'un des faits les plus intéressants trouvés jusqu'ici relativement à la physiologie des nerfs et des muscles.

» Le troisième point découvert par mon distingué suppléant au Collège de France est que les nerfs moteurs peuvent rester doués, bien plus longtemps qu'on ne croyait, après la mort, de la puissance de mettre en jeu les muscles. Pour un lapin, par exemple, l'excitabilité motrice dans les nerfs des membres, d'après ce qu'on croyait, n'existe guère que de vingt à soixante-dix minutes. Il est très certain qu'il en est ainsi lorsqu'on ne juge de l'existence de l'excitabilité du nerf que par un mouvement visible, se produisant par la galvanisation de celui-ci. Avec le myophone de M. d'Arsonval, à la fois si simple et si délicat, les choses changent et l'oreille fait entendre ce que les yeux ne peuvent voir. Grâce à l'emploi de cet ingénieux instrument, on peut maintenant constater que la durée de la persistance *post mortem* de l'excitabilité des nerfs moteurs peut être doublée, triplée, ou même dépasser de plus de dix fois ce qu'elle est d'ordinaire. Il y a là, ainsi que dans les faits relatifs aux muscles dont j'ai parlé, des particularités en parfaite harmonie avec les preuves si intéressantes de vie *post mortem* que nous a signalées récemment notre éminent Confrère, M. Gautier. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Esquisse des principaux types anatomo-pathologiques de la gastrite chronique de l'adulte.* Note de M. **Georges Hayem**, présentée par M. Bouchard.

« Cette Note est le résumé de recherches poursuivies avec l'aide de mes internes, MM. Hallion, Pineau et Thiercelin.

» Les glandes de la muqueuse stomacale de l'homme adulte forment deux appareils distincts : l'appareil muqueux, l'appareil peptique.

» L'appareil muqueux comprend l'épithélium de toute la surface de l'estomac et celui des goulots des glandes jusqu'au niveau du collet. L'épithélium des glandes pyloriques paraît devoir être considéré comme une annexe de cet appareil muqueux.

» L'appareil peptique est représenté par l'ensemble des nombreux

---

tion ou un relâchement. C'est ce dernier effet qui se montre lorsque le muscle est très contracté. Si, au contraire, le muscle rigide est plus long que le muscle vivant ne l'est lorsqu'il est un peu distendu, la chaleur et le froid le font se contracter.

tubes glandulaires renfermant des cellules dites *de bordure*, éléments que je désigne sous le nom de *cellules peptiques*. Les glandes peptiques de l'homme contiennent, depuis le collet jusqu'au fond du cul-de-sac, de très nombreuses cellules peptiques, particulièrement abondantes le long du tube, plus espacées au niveau du cul-de-sac. Les intervalles que laissent entre eux ces éléments sont comblés par les cellules dites *principales*. Ces dernières sont des épithéliums lamelliformes comme ceux des glandes pyloriques, mais plus granuleux et plus irréguliers de forme.

» Les modifications des éléments glandulaires constituent les lésions les plus importantes de la gastrite chronique. Ces éléments sont atteints de prolifération et de dégénérescences diverses.

» La prolifération des cellules pyloriques donne naissance à des éléments qui peuvent conserver le type embryonnaire (indifférent), ou bien prendre celui de l'épithélium de la surface, ou bien encore celui des cellules peptiques. La prolifération des cellules principales semble ne pouvoir donner naissance qu'à des éléments embryonnaires. Les cellules peptiques, qui sont les éléments les plus spécifiques des éléments des glandes stomacales, ne peuvent sans doute reproduire, en se multipliant, que des cellules peptiques. Quant à l'épithélium de la surface et des goulots glandulaires, sa prolifération produit des éléments qui tantôt prennent les caractères des cellules pyloriques, tantôt conservent ceux des cellules mères.

» La transformation peptique de la muqueuse stomacale caractérise le processus auquel j'ai donné le nom de *gastrite parenchymateuse hyperpeptique*.

» Une irritation partant du fond des culs-de-sac amène le gonflement des glandes et la multiplication de leurs épithéliums. Dans la région peptique, les cellules peptiques s'hypertrophient, se remplissent de noyaux multiples, leur protoplasma gonflé se creuse d'espaces ressemblant à des vacuoles. Les glandes pyloriques sont également atteintes, et, dans leurs culs-de-sac, on voit apparaître au milieu des épithéliums en prolifération de nombreuses cellules peptiques, bien qu'il n'en existe aucune normalement dans la région pylorique. A la période d'état de cette forme de gastrite, toutes les glandes de l'estomac présentent le même type et il devient impossible de distinguer la région pylorique de la région peptique. Comme habituellement tout l'appareil muqueux de la surface et des goulots a disparu, il en résulte une véritable transformation peptique de toute l'étendue de la muqueuse.

» L'affection à laquelle j'ai donné le nom de *gastrite parenchymateuse muqueuse* nous montre un processus pour ainsi dire inverse, mais plus complexe. Dans ce cas, c'est l'appareil peptique qui se détruit et qui est remplacé par des glandes nouvelles issues de l'appareil muqueux. Au niveau de la région peptique une gastrite mixte, à tendance atrophique, morcelle les tubes glandulaires et n'en laisse subsister que des fragments affectant la forme d'alvéoles groupées en lobules situés dans le tissu scléreux de la couche profonde de la muqueuse. Le nombre des goulots glandulaires diminue très notablement pendant le cours de ce processus d'atrophie. Ceux de ces goulots qui persistent sont le siège d'une active prolifération cellulaire. Bientôt il en part des prolongements ou bourgeons qui s'enfoncent dans la profondeur de la muqueuse. Ils y rencontrent à un certain moment les restes des anciennes glandes, s'y développent et peu à peu s'achève l'édification d'un nouvel appareil glandulaire dont les glandes sont moins nombreuses, mais plus larges et, en général, plus digitées. A la période d'état de ce processus, on dirait que l'épithélium de la surface, qui est lui-même le siège d'une active néoformation, s'enfonce jusqu'au fond des culs-de-sac et que les glandes de tout l'estomac sont devenues de simples dépressions de la surface muqueuse creusées au sein d'un tissu scléreux infiltré d'éléments divers. Les éléments de ces glandes et ceux de la surface sont alors de grandes cellules plates, allongées, cylindriques ou légèrement prismatiques, souvent remplies d'espaces arrondis dus sans doute au développement de boules de mucus.

» Cette forme de gastrite est celle qui s'accompagne le plus fréquemment de productions adénomateuses, tantôt diffuses, profondes et plates, tantôt superficielles et, par suite, saillantes et polypiformes.

» La troisième variété de gastrite chronique glandulaire est caractérisée par une multiplication extrêmement abondante des épithéliums pyloriques et des cellules principales, en même temps que par l'atrophie sur place des cellules peptiques. Ce processus s'accompagne de sclérose et peut aboutir à l'atrophie de la muqueuse et de ses glandes. J'ai proposé de le désigner sous le nom de *gastrite atypique*, les éléments multipliés conservant le type embryonnaire, indifférent.

» La gastrite chronique est le plus souvent caractérisée par des lésions complexes portant à la fois sur le tissu interstitiel et sur les éléments des glandes. L'infiltration du tissu conjonctif par des leucocytes est très fréquente et complique souvent les processus parenchymateux; mais le tissu interstitiel est souvent aussi le siège d'une multiplication très active de ses

éléments fixes. Il peut aussi renfermer des cellules dégénérées ou atrophiées provenant des tubes glandulaires, notamment dans les dernières phases de la gastrite muqueuse. On y voit parfois des infiltrations sanguines ou des grains de pigment, libres ou contenus dans les éléments cellulaires. Dans un nombre relativement assez élevé de cas, la gastrite mixte se complique d'une dégénérescence amyloïde des vaisseaux de la muqueuse.

» Les lésions glandulaires concordent avec les symptômes observés pendant la vie, notamment avec les résultats de l'analyse du suc stomacal extrait pendant le cours de l'acte digestif. Il est donc possible d'en faire le diagnostic. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations sur la glace, faites au cours du voyage de la* Manche. Note de M. **G. Pouchet**.

« Nous croyons devoir signaler ici quelques faits relatifs aux apparences de la glace à Jan Mayen et dans la baie de la Recherche, au Spitzberg.

» Nous avons trouvé, comme nous l'avons dit dans une communication précédente (*Comptes rendus*, 22 mai 1893), la lagune du nord à Jan Mayen en partie couverte de glace (27 juillet); cette glace, épaisse de 15^{cm} environ, offrait une constitution spéciale, formée de prismes irréguliers verticaux mesurant à peu près 10^{mm} d'épaisseur, séparés les uns des autres par des espaces ayant environ 1^{mm} de large et réunis seulement à leur extrémité supérieure, aérienne, par une couche uniforme de glace trouble mesurant 1^{cm} à 2^{cm}.

» Au Spitzberg, dans la baie de la Recherche, le front gigantesque des deux glaciers qui coulent à la mer nous a présenté trois nuances différentes, inégalement réparties, quoique superposées d'une manière générale et passant des unes aux autres par gradation.

» A la base, certaines places sont complètement obscures, au point de laisser croire à l'existence de grottes profondes. C'est la glace compacte, homogène, pure. La région moyenne est bleuâtre-verdâtre. La région supérieure, formée de névés, est blanche.

» Les glaces flottantes provenant du glacier présentent de même trois aspects distincts. Il importe de rappeler que les eaux de la baie de la Recherche, comme d'ailleurs celles de l'Isfjord, sont d'un vert foncé.

» Les glaçons peuvent être blancs, ou bleuâtres-verdâtres, ou d'un vert extraordinairement intense, d'un vert d'émeraude qui étonne.

» Les premiers sont formés de glace hétérogène; les seconds présentent parfois, dans les parties émergées, des stries alternativement blanches et bleuâtres-verdâtres, les unes et les autres n'étant souvent pas plus larges que la main et sans d'ailleurs que l'épaisseur du glaçon permette de rapporter cette coloration à la couleur bleue de la glace elle-même.

» En tirant hors de l'eau un glaçon de couleur vert foncé sombre, on constate qu'il est formé par de la glace homogène, limpide, absolument incolore sous une faible épaisseur (1 mètre). La couleur vert foncée de la partie émergée du glaçon n'est qu'un effet d'éclairage intérieur par l'eau verte dans laquelle plonge sa base. De même la couleur en bandes alternativement bleuâtres-verdâtres et blanches est due à la juxtaposition de glace hétérogène éclairée directement, et de glace homogène plus ou moins nettement limitée et se prolongeant dans la partie immergée du glaçon.

» J'ajouterai que les glaçons de glace compacte offrent un aspect spécial de leur surface en fusion. On dirait celle-ci taillée à coups de gouge, chaque entaille mesurant 1 décimètre environ de long sur 5 de large et séparée de ses voisines par des arêtes vives. »

M. Villedieu adresse une Note relative à l'emploi du permanganate de potasse en Agriculture.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 juin 1893.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par *E. Mascart,* Directeur du Bureau central météorologique. Année 1891. I : *Mémoires;* II : *Observations;* III : *Pluies en France.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 3 vol. gr. in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, publiés conformément à une décision de l'Académie, en date du 13 juillet 1835, par MM. les Secrétaires perpétuels. Tome cent-quinzième, juillet-décembre 1892. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 vol. in-4°.

Association française pour l'avancement des Sciences, fusionnée avec l'Association scientifique de France (fondée par Le Verrier en 1864), reconnues d'utilité publique. *Compte rendu de la 21e session.* Pau, 1892. Seconde Partie : *Notes et extraits.* Paris, G. Masson, 1893; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Les Vipères de France; morsures; traitements, par M. KAUFMANN, professeur à l'École vétérinaire d'Alfort. Paris, Asselin et Houzeau, 1893; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Chauveau.)

Manuel de Physique médicale, par N. GRÉHANT, docteur en médecine, licencié ès Sciences physiques, licencié ès Sciences naturelles, etc., etc. Paris, Germer-Baillière, 1869; 1 vol. in-18.

Les poisons de l'air. L'acide carbonique et l'oxyde de carbone. Asphyxie et empoisonnement par les puits, le gaz de l'éclairage, le tabac à fumer, les poêles, les voitures chauffées, etc., par N. GRÉHANT, aide-naturaliste au Muséum d'Histoire naturelle, lauréat de l'Institut. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1890; 1 vol. in-18.

Leçons sur les origines de la Science grecque, par GASTON MILHAUD, professeur de Mathématiques spéciales au lycée de Montpellier. Paris, Félix Alcan, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Bibliothèque géologique de la Russie, 1891, composée sous la rédaction de S. NIKITIN. Saint-Pétersbourg, Eggers et Cie; Paris, Pierrotet, 1892; 1 vol. gr. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 JUIN 1893.

Les Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste, par H. POINCARÉ, Membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences. Tome II : *Méthodes de MM. Newcomb, Gyldén, Lindstedt et Bohlin.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893, 2e fascicule; 1 vol. gr. in-8°.

Théorie des tourbillons. Leçons professées pendant le 2e semestre 1891-92 par H. POINCARÉ, Membre de l'Institut, rédigées par M. LAMOTTE, licencié ès Sciences. Paris, G. Carré, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. DEHÉRAIN, Membre de l'Institut, professeur de Phy-

siologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome XIX, n° 6. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Traité pratique de Photolithographie, par LÉON VIDAL. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Berthelot.)

Précis d'hygiène industrielle, avec des notions de Chimie et de Mécanique, à l'usage des inspecteurs et inspectrices du travail dans l'industrie, par FÉLIX BRÉMONT, docteur en Médecine, inspecteur départemental du travail de la Seine, etc. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1893; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Berthelot.) (Renvoyé à la Commission du prix Montyon, Arts insalubres.)

Sur les mœurs et les métamorphoses d'un lépidoptère carnassier, destructeur de cochenilles (Erastria scitula), par H. ROUZAUD, maître de conférences à la Faculté des Sciences, etc. Montpellier, C. Coulet; Paris, G. Masson, 1893; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Perrier.)

Muscologia gallica. Descriptions et figures des mousses de France et des contrées voisines, par T. HUSNOT. 11e livraison. Paris, S. Savy, 1893; 1 fasc. gr. in-8°.

Carte géologique de la Russie d'Europe (échelle : $\frac{1}{520000}$), par KARPINSKY, S. NIKITIN, TH. TSCHERNYSCHER, N. SOKOLOV et MIKHALSKY, etc., avec Note explicative. (Présentée par M. Daubrée.)

Missouri botanical garden. Fourth annual Report. Saint-Louis, Mo, 1893; 1 vol. in-4°.

Meriden scientific Association. Annual address. A review of the year 1893 by the president Rev. I.-T. PETTEE, A. M. Meriden, Conn., 1893; broch. in-8°.

Resumen de las observaciones meteorologicas effectuadas en la Peninsula y algunas de sus islas adyacentes durante el año de 1890. Ordenado y publicado por el observatorio de Madrid. Madrid, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

Annales de l'Institut météorologique de Roumanie, par STEFAN C. HEPITES, directeur de l'Institut météorologique de Roumanie, docteur ès Sciences physiques et mathématiques. Bucuresti, F. Gobl, 1893; 1 vol. gr. in-4°.

FIN DU TOME CENT-SEIZIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1893.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXVI.

A

B

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

K

L

M

N

O

P

R

S

T

V

W

ERRATA.

—

(Séance du 12 juin 1893.)

Note de M. *A. Recoura*, Sur les acides chromodisulfurique, chromotrisulfurique, etc. :

Page 1369, ligne 4, *au lieu de*

$(Cr^2 5SO^4)H^4$ diss. + 2NaOH, *lisez* $(Cr^2 5SO^4)H^4$ diss. + 4NaOH.

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
19307 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.